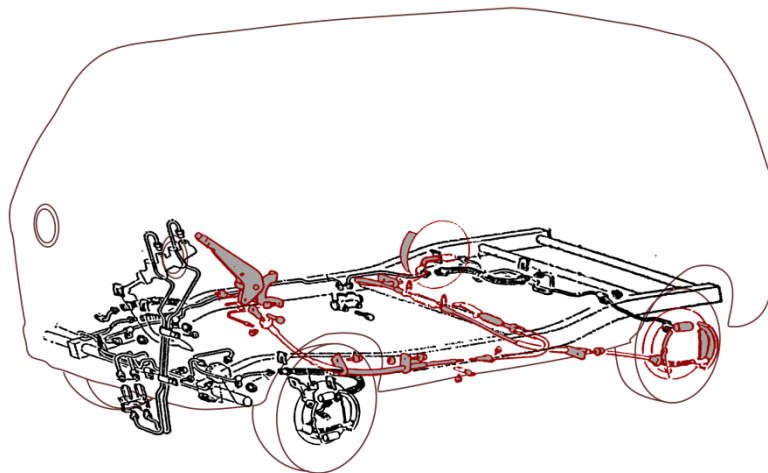




REKONDISI REM DAN PEMASANGAN BOSTER PADA MOBIL MITSUBISHI MINICAB TAHUN 1983

Proyek Akhir

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh :
LUTHFIANA HIMAWAN
07509134014

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2012**

HALAMAN PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

**REKONDISI REM DAN PEMASANGAN BOSTER PADA MOBIL
MITSUBISHI MINICAB TAHUN 1983**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Luthfiana Himawan
07509134014

Diajukan kepada fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh

Gelar Ahli Madya D3

Program Studi Teknik Mesin

Yogyakarta, 02, Okto 2012
Menyetujui,
Dosen pembimbing



(Dr. Tawardjono Us, M.Pd)
NIP. 1953031219780310001

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

REKONDISI REM DAN PEMASANGAN BOSTER PADA MOBIL MITSUBISHI MINICAB TAHUN 1983

Luthfiana Himawan
07509134014

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Proyek Akhir
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1. Dr. Tawardjono Us, M.Pd	Ketua Penguji	
2. Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd	Sekretaris	
3. Muhkamad Wahid, M.Pd, M.Eng	Penguji Utama	

Yogyakarta , 02, Okto 2012

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Moch Bruri Triyono, M.pd
NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanggung jawab di bawah ini :

Nama : Luthfiana Himawan

Nim : 07509134014

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Judul Laporan : Rekondisi rem dan pemasangan boster pada mobil Mitsubishi
Minicab tahun 1983

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 juni 2012
Yang menyatakan

Luthfiana Himawan
NIM. 07509134014

MOTTO

” The First Assessment to of What the Seen”

” Tidaklah Pernah ada Keberuntungan tanpa Adanya
Kesiapan”

”Pembelajaran tidaklah Harus merasakan Kegagalan, tapi
mampu belajar dari kegagalan Orang Lain”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan Rahmat Allah Yang Maha Kuasa dapat ku persembahkan hasil karyaku
untuk orang-orang yang berada didekatku:

“Kepada Bapak Ibu tercinta yang mendidik dan membimbing sejak dilahirkan
hingga saat ini serta keluarga yang selalu mendukung semua ini”

“Kepada seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Teknik Otomotif Universitas
Negeri Yogyakarta, terimakasih atas bantuan dan bimbingan yang telah
diberikan selama menimba ilmu di Universitas Negeri Yogyakarta”

“Kepada teman – teman mahasiswa otomotif khususnya angkatan 2007 kelas E
yang telah membantu berbagai hal, termasuk dalam pembuatan dan
penyelesaian laporan ini”

REKONDISI REM DAN PEMASANGAN BOSTER PADA MOBIL MITSUBISHI MINICAB TAHUN 1983

OLEH : LUTHFIANA HIMAWAN
NIM : 07509134014

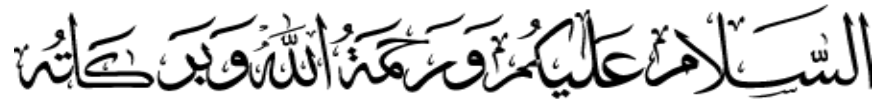
ABSTRAK

Tujuan Proyek Akhir ini yaitu agar mahasiswa mampu mengidentifikasi kerusakan yang terjadi, melaksanakan rekondisi komponen, memasang komponen boster, dan mampu menguji kinerja sistem rem dengan menggunakan boster pada mobil Mitsubishi minicab.

Proses pelaksanaannya yaitu dengan melakukan perbaikan, penggantian komponen dan penyetelan pada sistem rem yang rusak agar dapat berfungsi kembali, meliputi: (a) master silinder dimodifikasi dengan penambahan pemasangan boster, dengan memodifikasiudukan master rem yang sebelumnya agar master silinder dengan boster dapat terpasang, (b) melakukan penggantian pada silinder roda depan dan belakang yang sudah tidak berfungsi dengan komponen baru sesuai standar buku manual Mitsubishi minicab L100, (c) penggantian satu set kampas rem depan dan belakang, (d) mengganti minyak rem setelah semua komponen sistem rem terpasang, (e) melakukan penyetelan dan pengujian sistem rem.

Hasil rekondisi lanjutan yaitu rusaknya master silinder, silinder roda, kampas rem yang telah aus, dan minyak rem yang tidak ada. Hasil perbaikan sistem rem yaitu dengan mengganti komponen yang rusak dengan komponen baru, melengkapi komponen yang tidak ada seperti kampas rem bagian belakang, mengisi minyak rem saat melakukan bleeding, dan melakukan modifikasi dengan menambahkan boster pada master silinder. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu sistem rem mobil Mitsubishi minicab ini dapat berfungsi/bekerja kembali setelah dilakukan rekondisi. Dan setelah dilakukan pemasangan boster, dapat menurunkan tendangan balik dari pedal rem sehingga menambah rasa ringan saat pengereman dengan menyebabkan hanya setengah dari tekanan tendangan balik pada pedal rem (setengahnya lagi diserap oleh boster). Dengan diameter boster 12 cm, diameter katup udara dari pedal rem 3 cm, rasionya adalah 4:1, dan tendangan baliknya hanya 20% ke pedal, sedangkan 80% diserap oleh boster sehingga pengereman terasa lebih ringan dengan Sistem rem yang tidak menggunakan boster, dan daya pengereman maksimal yaitu 19,54 HP.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, atas hikmah ALLAH SWT yang senantiasa melimpahkan hikmah serta kasih sayang-NYA kepada setiap umat manusia, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir dengan judul "REKONDISI REM DAN PEMASANGAN BOSTER PADA MOBIL MITSUBISHI MINICAB TAHUN 1983" ini dapat terselesaikan meski terdapat sedikit gangguan dalam penyusunan laporan yaitu selesai diluar jadwal yang telah ditentukan, namun apa yang diharapkan dapat tercapai/terselesaikan.

Penyusunan laporan proyek akhir ini bertujuan guna memenuhi persyaratan akhir menyelesaikan studi diplomat tiga Universitas Negeri Yogyakarta jurusan Teknik Otomotif, dan memperoleh gelar Ahli Madya.

Keberhasilan dalam menyelesaikan laporan ini juga tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang secara suka rela telah membantu. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Much Bruri Triyono., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Martubi, M.Pd, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Sudiyanto, M.Pd., selaku Ketua Program Study Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd., selaku Koordinator Proyek Akhir.

5. Dr. Tawardjono Us, M.Pd., selaku Pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan mulai dari kedisiplinan kerja, langkah kerja hingga menyusun laporan Proyek Akhir.
6. Sudarwanto, M.Eng., selaku Pembimbing Akademik.
7. Bapak/ibu, kakak, dan adik tercinta yang bukan hanya memberi semangat tapi juga bantuan moril dan materil.
8. Pakde-pakde, budhe-budhe, mbah, om/tante, kakak-kakak, adik-adik, Vita Kurniawan, dan semua kerabat-kerabat yang tak lelah memberi motivasi dan selalu membangkitkan semangat.
9. Teman-teman seperjuangan tim Proyek Akhir Mitsubishi minicab, Honda life (hijau dan putih), dan teman-teman kost semua.
10. Teman-teman “MAKBRES BROTOSENO” Gimbal, Poniman, Gowok, Jidor, Ruli, Oscar, Bagus and all kost bu kuat.
11. Dan, semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Akhir kata, berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i.
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MATTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
G. Keaslian Gagasan	5
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Rekondisi Sistem Rem	6
B. Sistem Rem	7
1. Prinsip Kerja Rem	7
2. Jenis-jenis rem	8
a. Ditinjau dari penggunaanya	8

1) Rem mekanik	8
2) Rem hidrolik	9
a) Penerapan pada sistem rem hidrolik	9
(1) Karakter umum cairan	9
(2) Prinsip tekanan hidrolik	11
b) Kelebihan dan kekurangan rem hidrolik	12
c) Komponen rem hidrolik	13
(1) Pedal rem	13
(2) Master silinder	13
(3) Silinder roda	18
(4) Oli rem	19
b. Ditinjau dari bidang gesek	19
1) Rem tromol	19
2) Rem piringan	21
c. Sistem rem pada Mitsubishi L100 Minicab	23
1) Rem	23
2) Pedal rem	24
3) Master silinder	25
4) <i>Brake line</i>	25
5) Rem parkir	26
3. Teori newton terhadap gaya dan daya pengereman	26
4. Boster	27
5. Komponen Rem	29
a. Pedal rem	29
b. Master silinder	30
c. Silinder roda	30
d. Tromol rem	31
e. Kanvas rem	31

BAB III. KONSEP RANCANGAN

A. Tahap Awal Rekondisi	33
B. Analisis Kebutuhan Alat	34
C. Analisis Kebutuhan Bahan	34

D. Rancangan Langkah Kerja	35
E. Rancangan Pengujian	36
F. Perencanaan Waktu Pengerjaan	37

BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Rekondisi	38
1. Identifikasi	38
2. Identifikasi Lanjut	39
3. Penggantian Komponen yang Rusak	46
4. Pemasangan Komponen	47
5. Penyetelan	53
6. Pengujian	57
B. Hasil	57
1. Hasil Rekondisi Lanjutan	59
2. Hasil Perbaikan dan Pemasangan	67
3. Hasil Pengujian	67
C. Pembahasan	68
1. Pencarian komponen	69
2. Perkiraan Waktu	69
3. Kinerja Sistem Rem	69

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	73
B. Keterbatasan	74
C. Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Sistem rem	7
Gambar 2. Prinsip kerja rem	8
Gambar 3. Konstruksi tipe rem mekanik	8
Gambar 4. Perpindahan gaya	10
Gambar 5. Pembesaran gaya	11
Gambar 6. Prinsip tekanan hidrolik	12
Gambar 7. Konstruksi master silinder	14
Gambar 8. Jenis dan struktur <i>piston cups</i>	15
Gambar 10. Sistem kerja master silinder ganda	17
Gambar 11. Struktur silinder roda	19
Gambar 12. Rem tromol	20
Gambar 13. Rem cakram/piring	22
Gambar 14. konstruksi rem depan	23
Gambar 15. Konstruksi rem belakang	24
Gambar 16. Pedal rem	24
Gambar 17. Master Sillinder	25
Gambar 18. <i>Brake line</i>	25
Gambar 19. Rem parker	26
Gambar 20. Boster	27
Gambar 21. Pedal rem	28
Gambar 22. Master silinder	29
Gambar 23. Silinder roda	29
Gambar 24. Tromol rem	30
Gambar 25. Sepatu rem dan Kanvas rem	30
Gambar 26. Pedal rem	37
Gambar 27. Master silinder dan boster	38
Gambar 28. Konstruksi ren depan	39
Gambar 29. Tromol rem	40
Gambar 30. Kampas rem	41
Gambar 31. Mengukur ketebalan kampas	41

Gambar 32.	Silinder roda	42
Gambar 33.	Melepas silinder roda	42
Gambar 34.	Mekanisme rem belakang	44
Gambar 35.	<i>Bracket</i> setelah dilubangi	45
Gambar 36.	Dudukan <i>clevis</i>	46
Gambar 37.	Lubang saluran pada <i>intake manifold</i>	46
Gambar 38.	Memasang master silinder	47
Gambar 39.	Memasang pipa saluran ke silinder roda	47
Gambar 40.	Memasang silinder roda depan	48
Gambar 41.	Memasang kampas rem	49
Gambar 42.	Memasang tromol	49
Gambar 43.	Memasang silinder roda belakang	50
Gambar 44.	Memasang kampas rem belakang	51
Gambar 45.	Mengukur tinggi pedal rem	52
Gambar 46.	Reaksi boster	59
Gambar 47.	Pengereman saat uji jalan	60

DAFTAR TABEL

	hal
Tabel 1. Kebutuhan bahan dan biaya	33
Table 2. Perencanaan Waktu	35
Table 3. Gaya pengereman dan daya pengereman	70

DAFTAR LAMPIRAN

	hal
Lampiran 1. Permohonan bimbingan proyek akhir	76
Lampiran 2. Kartu bimbingan	77
Lampiran 3. Halaman persetujuan	80
Lampiran 4. Surat keterangan bebas pinjam	81
Lampiran 5. Surat keputusan ujian	82
Lampiran 6. Bukti selesai revisi	83

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia industri semakin pesat. Persaingan para produsen berlomba-lomba mengembangkan teknologi dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen akan kendaraan dengan desain yang menarik dan tentunya dengan tingkat kenyamanan dan keamanan yang lebih baik lagi. Semakin baik kendaraan yang di produksi, semakin banyak pula tingkat minat para konsumen untuk membelinya.

Sebagai konsekuensya, Semakin maju teknologi yang diterapkan pada kendaraan baru, semakin tinggi harga yang dipatok oleh produsen. Hal ini berpengaruh pada daya beli masyarakat, sehingga kendaraan lama banyak diburu oleh para konsumen, demi memenuhi kebutuhan dan daya beli masing-masing individu.

Tidaklah mudah bagi para konsumen mendapatkan kendaraan produksi lama, dengan performa kendaraan yang masih bagus. Tentunya, selektif dalam membeli akan mendapatkan kualitas barang yang akan mereka dapatkan.

Untuk membeli kendaraan produksi lama, Kebanyakan para konsumen pertama-tama memperhatikan kondisi luar kendaraan. Kemudian melakukan tes kendaraan untuk mengetahui kondisi mesin, rem, dan yang lainnya. Performa yang kurang baik dari suatu kendaraan akan mempengaruhi harga yang rendah dan minat membeli dari para konsumen. Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster Mitsubishi Minicab Tahun 1983,

diambil sebagai Proyek Akhir dengan tujuan meningkatkan minat konsumen untuk membelinya, dan juga sebagai bahan bagi para mahasiswa tingkat akhir untuk berlatih berwirausaha.

Dari hasil pengecekan pada Mitsubishi Minicab tahun 1983, tidak berfungsinya system pengereman, maka perlu adanya rekondisi dan penggantian komponen-komponen pada system pengereman. Kemudian penambahan pemasangan boster agar dalam pengoperasiannya pengereman semakin mudah dan tentunya menambah keamanan bagi pengendara, dan meningkatkan minat beli konsumen terhadap kendaraan ini.

B. Identifikasi Masalah

Tidak beroperasinya mobil Mitsubishi Minicab Tahun 1983 ini dalam kurun waktu yang lama, mengakibatkan banyaknya kerusakan atau tidak berfungsinya sistem, diantaranya:

Dempul pada bodi mobil Mitsubishi Minicab ini sudah terangkat pada hampir semua bagian, antara lain pada semua pintu, bodi sisi atas dan samping kiri dan kanan serta bagian belakang. Dempul yang terangkat pada bodi mobil disebabkan karena terjadi korosi pada permukaan yang mengandung logam seperti panel pada pintu dan terkena panas terus menerus, sehingga menyebabkan dempul terangkat.

Mesin tidak hidup (rusak) yang disebabkan oleh koil tidak berfungsi/mati serta ring piston sudah aus, akibatnya di dalam ruang silinder tidak ada kompresi dan tidak ada percikan bunga api sehingga

memungkinkan mesin tidak hidup. Solusinya dengan cara mengganti koil dan ring piston agar mesin dapat bekerja kembali/hidup.

Pada sebagian sistem kelistrikan tidak berfungsi yaitu lampu kepala, lampu kota dan lampu tanda belok. Kerusakan tersebut disebabkan kabel bodi sudah banyak yang putus bahkan sudah ada yang leleh. Akibatnya lampu-lampu pada sistem kelistrikan tidak ada yang berfungsi (nyala). Perbaikanya dengan cara mengganti seluruh kabel bodi sehingga arus sampai ke lampu-lampu dan lampu dapat berfungsi (nyala).

Sistem rem tidak berfungsi dikarenakan tidak bekerjanya master rem, tidak adanya oli rem serta sebagian kampas rem tidak ada.

C. Batasan Masalah

Dari indentifikasi masalah di atas dan dengan pertimbangan waktu dan biaya, maka penulis membatasi permasalahan yaitu hanya dalam Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster pada Mitsubishi Minicab tahun 1983.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada sistem rem mobil Mitsubishi Minicab?
2. Bagaimana merekondisi komponen sistem rem mobil Mitsubishi Minicab ?
3. Bagaimana proses pemasangan boster pada Mitsubishi Minicab?

4. Bagaimana kinerja sistem rem dengan menggunakan boster pada mobil Mitsubishi Minicab?

E. Tujuan

Berdasarkan uraian, tujuan Proyek Akhir ini sebagai berikut:

1. Mampu mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada sistem rem mobil Mitsubishi Minicab.
2. Mampu melaksanakan rekondisi komponen sistem rem mobil Mitsubishi Minicab.
3. Mampu memasang komponen boster pada mobil Mitsubishi Minicab.
4. Mampu menguji kinerja sistem rem menggunakan boster pada mobil Mitsubishi Minicab

F. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh mahasiswa dari Proyek Akhir ini antara lain:

1. Dapat mengetahui proses Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster.
2. Dapat mengetahui teknik perbaikan dalam system rem.
3. Dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mengenai perkembangan teknologi otomotif.
4. Melatih kreatifitas dan daya inovasi mahasiswa dalam bidang teknologi otomotif.
5. Dapat memperbaiki dan melakukan perbaikan kendaran dengan perencanaan waktu dan biaya yang tepat.

G. Keaslian

Gagasan dalam “Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster Pada Mitsubishi Minicab tahun 1983” ini merupakan gagasan dari penulis yang didasari karena kondisi rem yang tidak layak. Dengan melaksanakan proses rekondisi, kendaraan dapat memiliki nilai keindahan dan nyaman untuk dikendarai serta memiliki daya saing yang tinggi.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Rekondisi Sistem Rem

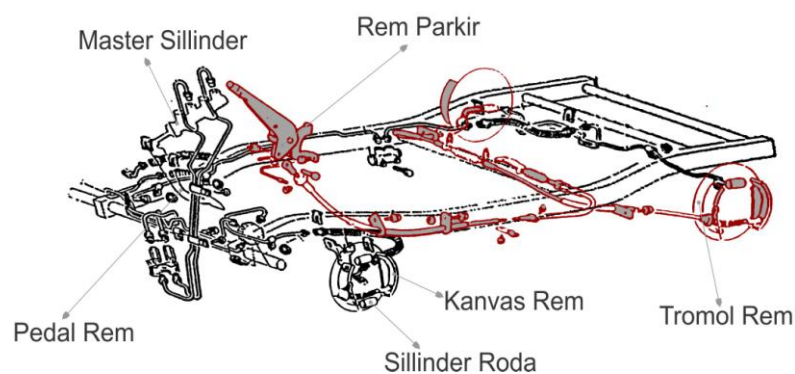
Rekondisi diambil dari kata *recondition* dalam bahasa Inggris. Menurut kamus *The American Heritage Dictionary Of The English Language*, *recondition* memiliki arti “*to restore to good condition, especially by repairing, renovating, or rebuilding*” yang jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia memiliki arti “untuk memulihkan ke kondisi yang bagus, terutama dengan cara memperbaiki, memperbarui, atau membangun kembali”. Sedangkan menurut kamus *Webster’s New World College Dictionary*, *recondition* berarti “*to put back in good condition, as by cleaning, patching, or repairing*” atau “mengembalikan ke kondisi yang bagus, dengan cara membersihkan, menambal, atau memperbaiki”.

Proses rekondisi sistem rem dan pemasangan boster pada mobil minicab tahun 1983 yang dilakukan yaitu dengan melakukan perbaikan, penggantian komponen dan penyetelan pada sistem rem yang rusak agar dapat berfungsi kembali. Dan penambahan komponen pada master silinder yaitu boster bertujuan untuk mempermudah dan memperingan pengemudi saat melakukan proses pengereman saat kendaraan berjalan.

B. Sistem Rem

Sistem rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan serta memberikan kemungkinan dapat memparkir kendaraan di tempat yang menurun. Sistem rem adalah suatu

sistem pada kendaraan yang berfungsi untuk menuruti kemauan pengemudi dalam mengurangi kecepatan, berhenti ataupun memarkir kendaraan pada jalan yang mendaki, dengan kata lain melakukan kontrol terhadap kecepatan kendaraan untuk menghindari kecelakaan. Oleh karena itu baik atau tidaknya kemampuan rem secara langsung menjadi persoalan yang sangat penting bagi pengemudi di waktu mengendarai kendaraan.



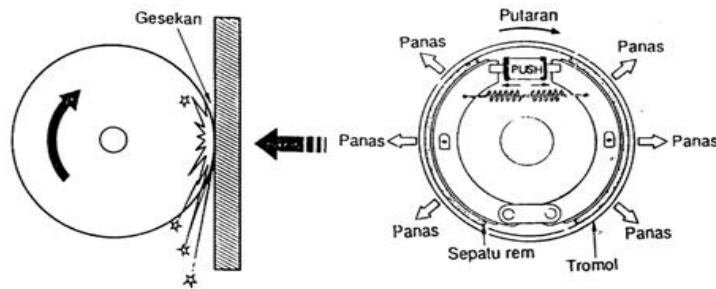
Gambar 1. Sistem rem

1. Prinsip kerja rem

Dasar kerja pengereman, rem bekerja dengan dasar pemanfaatan gaya gesek, tenaga gerak putaran roda diubah oleh proses gesekan menjadi tenaga panas dan tenaga panas itu segera dibuang ke udara luar.

Kendaraan akan berjalan, walaupun mesin telah dimatikan hal ini disebabkan oleh adanya tenaga dinamik yang terkandung pada mobil itu sendiri. Dalam hal ini tenaga dinamik akan dirubah menjadi energi lain yang dapat menghentikan mobil. Mesin ialah suatu bagian yang merubah tenaga panas ke tenaga dinamik, tetapi rem adalah bagian yang membuat suatu perubahan dinamik menjadi tenaga panas. Bekerjanya rem dan ganjalan menekan sepatu rem terhadap tromol. Sepatu rem tidak berputar

dan tromol berputar bersama sama dengan roda, sehingga akan menimbulkan gesekan. Tenaga dinamik kendaraan kemudian akan diatasi oleh gesekan dan dirubah menjadi tenaga panas yang menyebabkan kendaraan berhenti. Panas yang dihasilkan akan dihilangkan oleh udara.



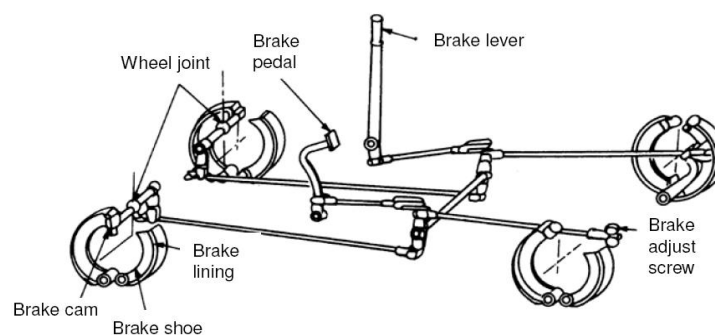
Gambar 2. Prinsip kerja rem (Anonim, 2012)

2. Jenis - jenis rem

a. Ditinjau dari penggunaanya

1) Rem mekanik

Pada tipe rem mekanik ini, gaya pengereman dihasilkan dengan mengoperasikan pedal rem atau *brake lever*. Gaya pengereman ini terjadi pada sepatu rem untuk menahan rem tromol dengan menggunakan kabel. Pada umumnya tipe ini dipakai sebagai sistim *parking brake*.



Gambar 3. Konstruksi tipe rem mekanik

2) Rem hidrolik

Sistem rem hidrolik adalah sistem rem yang mekanisme pemindahan tenaga dari pengemudi menggunakan media fluida (cairan/minyak). Pada hidrolik rem, pengoperasiannya dilakukan pada rem pedal yang mengirimnya ke hidrolik unit. Kemudian, tekanan hidrolik dihasilkan dengan berpedoman pada prinsip hukum pascal untuk pengereman. Ketika gaya pengereman dikirimkan ke setiap roda sama, maka gaya pengereman pada setiap rodapun akan sama dan sistem akan bekerja dengan baik walaupun hanya dengan sedikit usaha. Meskipun, fungsi pengereman akan benar-benar hilang ketika sistem hidrauliknya rusak.

a) Penerapan sistem rem hidrolik

Berdasarkan teori pada Hukum Pascal yaitu mengindikasikan bahwa jika pada sebuah bejana diisi dengan cairan dan diberi tekanan maka akan terjadi tekanan yang sama pada semua bagian bejana tersebut.

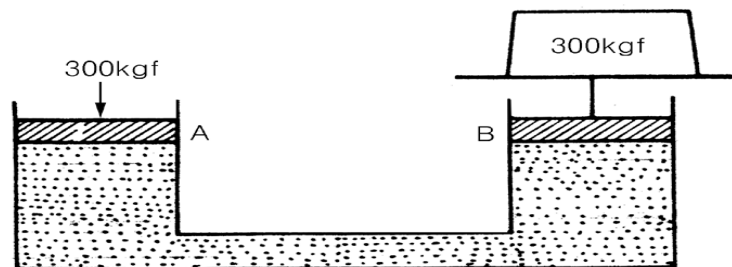
(1) Karakter umum cairan

Udara akan terkompresi apabila ditekan, tetapi hal ini tidak berlaku pada cairan. Volume udara akan mengecil apabila ditekan, sehingga tidak mudah menggunakan udara sebagai media untuk meneruskan gerakan. Akan tetapi, kita dapat menggunakan cairan sebagai media untuk

meneruskan gerak karena cairan tidak terkompresi walaupun ditekan.

(a) Gaya dapat ditransfer melalui cairan

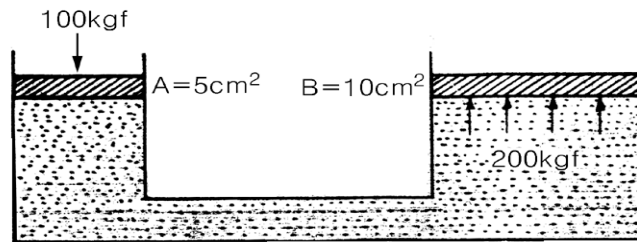
Ketika pada piston A diberikan beban seberat 300 kgf, piston B dapat menahan beban seberat 300 kgf juga jika diameter dari piston A dan B sama seperti terlihat pada gambar berikut



Gambar 4. Perpindahan gaya

(b) Gaya dapat diperbesar melalui cairan

Dengan menggunakan hukum pascal, jika beban seberat 100 kgf diberikan ke piston A 5kgf/cm^2 seperti terlihat pada gambar 3-5, besarnya tekanan yang terjadi pada piston A adalah $100\text{kgf} / 5\text{cm} = 20\text{ kgf/cm}$, dan besarnya tekanan ini diteruskan ke piston B. karena luas penampang pada piston B adalah 10cm^2 , gaya yang dihasilkan adalah $20\text{kgf} \times 10\text{cm}^2 = 200\text{kgf}$. Prinsip inilah yang dipakai pada konstruksi peralatan dengan sistim Hidrolik.



Gambar 5. Pembesaran gaya

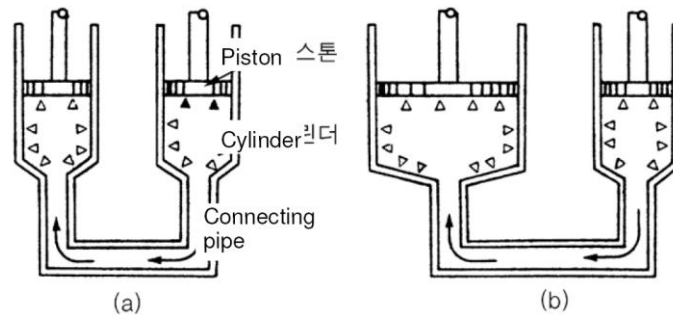
(c) Gaya dapat dikurangi dengan menggunakan cairan

Gaya dapat diperbesar jika gaya tersebut di transfer dari area kecil ke area yang besar. Sebaliknya, gaya dapat dikecilkan jika ditransfer dari area yang kecil ke area yang lebih besar.

(2) Prinsip tekanan hidrolik

Gambar (a) menunjukkan dua silinders dengan area yang sama dihubungkan dengan pipa. Jika silinders dan pipa diisi dengan cairan dan berat pistonnya sama, piston kiri dan kanan akan mempunyai kedudukan yang sama. Jika gaya diberikan ke piston sisi kanan, gaya akan ditransfer ke sisi piston sebelah kiri untuk mengangkat posisi piston. Jika luas silinder sama, piston sebelah kanan akan terangkat dengan jarak yang sama seperti turunnya piston sebelah kiri. Tetapi, jika luas silinder keduanya berbeda, maka tidak akan terjadi seperti itu. Jika silinder sebelah kanan 2 kali lebih besar dibanding silinder sebelah kiri, piston hanya akan bergerak hanya setengah dari jarak

pergerakan piston kanan. Meskipun, gaya akan lebih besar 2 kali jika jarak pergerakannya setengah.



Gambar 6. Prinsip tekanan hidrolik

b) Kelebihan dan kekurangan rem hidrolik

Dengan menggunakan Hukum Pascal, rem hidrolik terdiri dari master silinder dimana tekanan hidrolik dihasilkan, kaliper dimana *brake shoe* (pad) menekan drum dengan hidrolik yang dihasilkan dan pipa atau selang fleksibel penghubung master silinder dan silinder roda dari hidrolik sirkuit.

(1) Kelebihan rem hidrolik

- (a) Gaya pengereman yang dihasilkan sama pada tiap roda.
- (b) Kehilangan gesekan karena pelumasnya menggunakan oli rem.
- (c) Sedikit tenaga pada pengoperasiannya karena menggunakan oli rem.

(2) Kelemahan rem hidrolik

- (a) Performa pengereman akan hilang karena rusaknya sistem hidrolik.

(b) Performa pengereman akan memburuk karena adanya udara pada pipa oli.

(c) Dapat terjadi *vapor lock* pada pipa rem.

c) Komponen rem hidrolik

Komponen-komponen yang pada rem hidrolik adalah sebagai berikut:

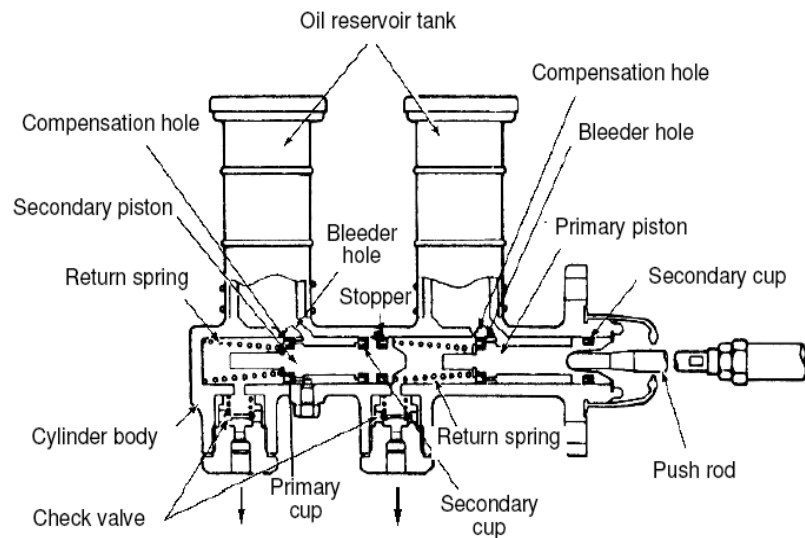
(1) Pedal rem

Untuk meringankan pengontrolan rem, menggunakan prinsip pengungkitan, perbandingan pengungkit pedal rem, tekanan pada *batang pendorong* dan tekanan hidrolik pada master silinder diperhitungkan dengan cara 1:195:910 artinya 1 pengungkitan pedal, berbanding 195 kgf tekanan batang pendorong, berbanding 910 kgf tekanan hidrolik pada master silinder).

(2) Master silinder

(a) Konstruksi dan pengoperasiannya

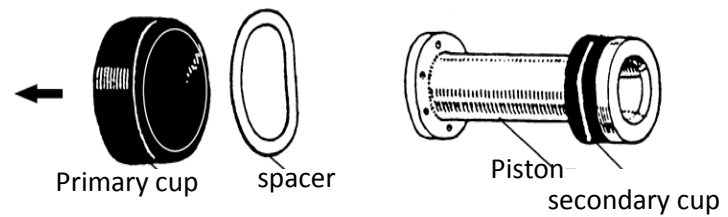
Master silinder menghasilkan tekanan hidrolik ketika pedal rem ditekan dan susunannya adalah silinder bodi, *oli reservoir tank* dan silinder. Komponenya antara lain piston, *piston cup*, *check valve*, piston pegas pengembali dll. Ada dua tipe master silinder: *single* master silinder dengan satu piston dan master silinder ganda dengan dua piston.



Gambar 7. Konstruksi master silinder

Komponen master silinder dan penjelasan konstruksi pada tiap-tiap komponen adalah sebagai berikut :

- Silinder bodi, dipasang bersamaan dengan *oil reservoir tank* diatasnya, dan terbuat dari besi cor atau paduan almunium.
- Piston, dipasang pada silinder, yang menghasilkan tekanan hidrolik ketika batang pendorong mendorong kedalam silinder ketika pedal ditekan.
- *Piston cup*, ada dua tipe piston cup yaitu *primary cup* dan *secondary cup*. *Primary cup* berfungsi untuk penghasil tekanan hidrolik dan *secondary cup* berfungsi untuk mencegah kebocoran minyak rem dari master silinder.



Gambar 8. Jenis dan struktur *piston cups*

- *Check valve*, dipasang pada kedudukan silinder end berseberangan dengan piston, dilekatkan menggunakan perekat dengan *seat washer* dari piston pegas pengembali. Oli bergerak dari master silinder ke silinder roda ketika pedal rem ditekan dan oli kembali ke master silinder untuk menjaga tekanan pada sirkuit tetap sampai tekanan hidrolik di dalam pipa seimbang dengan tegangan piston pegas pengembali ketika pedal dilepas.
- Piston pegas pengembali, Pegas ini terpasang diantara *check valve* dan *piston primary cup*, membantu piston kembali ke posisi semula dan bersama dengan *check valve* mengembalikan tekanan semula ketika pedal dilepas.
- *Remaining pressure*, ketika pegas pengembali piston menekan *check valve*, *check valve* menempel pada dudukannya dan tekanan akan kembali seperti semula ketika tegangan pada pegas seimbang dengan tekanan hidrolik pada sirkuit. Tekanan ini

kira-kira sebesar $0.60.8\text{Kgf/cm}^2$. Fungsi dari tekanan ini adalah:

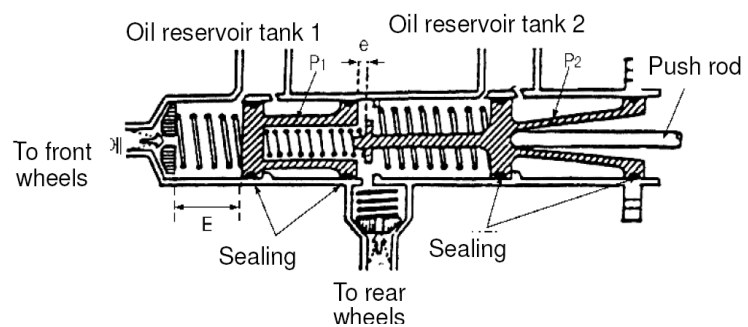
- Mencegah terjadinya pengereman tunda.
 - Mencegah *vapor lock*.
 - Mencegah udara masuk kedalam sirkuit.
 - Mencegah kebocoran minyak rem dari silinder roda.
- *Vapor lock*, Ketika minyak rem didalam sirkuit mendidih dan menguap, maka tekanan minyak rem tidak akan diteruskan karena disebabkan oleh.
- Pemakaian rem kaki secara berlebihan pada jalan yang menurun. Terjadinya *overheated* karena gesekan tromol rem dan lining.
 - Berkurangnya tekanan yang disebabkan karena rusaknya atau lemahnya master silinder atau lemahnya pegas pengembali kampas rem.
 - Berubahnya titik didih oli rem dikarenakan memburuknya oli rem atau *poor* rendahnya kualitas minyak rem yang dipakai.

(b) Sistem kerja master silinder

Master silinder ganda mempunyai 2 sistem kerja sirkuit secara independen pada roda depan dan belakang untuk meningkatkan stabilitas rem hidrolik. Oli

reservoir tank, terpasang diatas silinder, terbagi untuk pengereman roda depan dan belakang bersamaan. Pada silinder terpasang dua piston. Piston pada batang pendorong untuk pengereman roda belakang. Pegas pengembali dan *stopper* menjaga posisi piston, dan pegas pengembali terpasang di depan dan belakang piston. Ditambahkan, *compensation holes*, *bleeder holes* dan *check valves* pada setiap piston.

Piston untuk pengereman roda belakang menekan pegas pengembali dengan batang pendorong ketika pedal ditekan, dan kemudian, terjadi tekanan oli pada piston untuk pengereman roda depan dan belakang. Pada saat yang bersamaan, piston untuk pengereman roda depan mendapat tekanan hidrolik pada roda depan dari tekanan yang dihasilkan oleh piston untuk pengereman roda belakang.



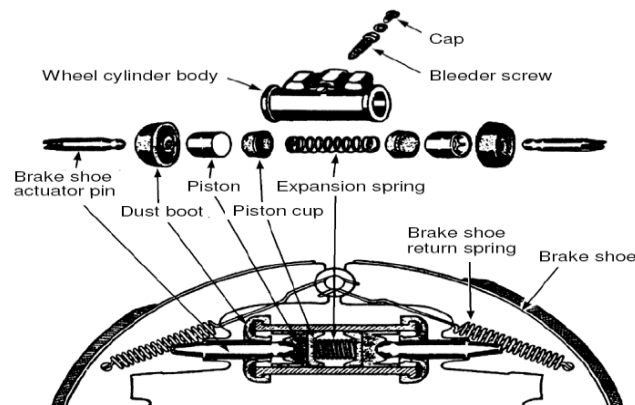
Gambar 10. Sistem kerja master silinder ganda

Apabila sirkuit hidroliknya rusak, bekerjanya akan seperti di bawah ini.

- Jika terjadi kebocoran minyak rem pada sirkuit untuk roda belakang, piston untuk roda belakang selanjutnya bergerak ke posisi “e” dan kemudian menggerakkan piston untuk pengereman roda depan.
- Jika terjadi kebocoran minyak rem yang berasal dari sirkuit hidrolik untuk roda depan, piston untuk roda depan selanjutnya bergerak ke posisi “E” dan kemudian mengaktifkan tekanan hidrolik pada sirkuit untuk pengereman roda belakang.
- Jika sirkuit hidrolik pada tipe ini rusak, gaya pengereman berkurang dan menghasilkan pengereman dalam jarak yang jauh dan pengereman tidak stabil.

(3) Silinder roda

Silinder roda menekan *brake shoe* ke drum dengan menggunakan tekanan hidrolik yang berasal dari master silinder dan terdiri dari silinder bodi, piston dan piston cup. Pada silinder bodi terdapat lubang oli yang tersambung ke pipa, *bleeder screw* untuk membuang udara yang terdapat pada sirkuit dan expansion pegas didalam silinder berfungsi untuk mendorong *piston cup* selalu teregang.



Gambar 11. Struktur silinder roda

(4) Oli rem

- (a) Kekentalannya tepat dengan indek kekentalan besar.
- (b) Daya pelumasanya baik.
- (c) Memiliki titik beku rendah dan titik dingin tinggi.
- (d) Bahan kimia yang memiliki kestabilan baik.
- (e) Tidak menimbulkan korosi, melelehkan atau mengembangkan karet atau *metal parts*.
- (f) Tidak mengandung endapan.

Jenis-jenis rem halaman delapan sampai dengan oli rem halaman Sembilan belas (Anonim, 2012: 8-21)

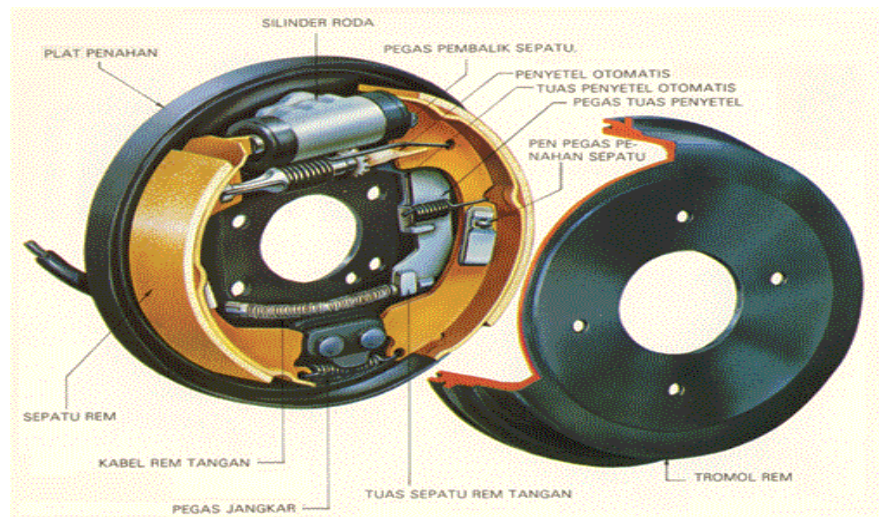
b. Ditinjau dari bidang gesek

1) Rem tromol

Rem Tromol memberikan tenaga pada roda – roda belakang baik secara hidrolis maupun mekanis. Fungsi Rem Tromol menggunakan sepasang sepatu yang menahan bagian dalam dari tromol yang berputar bersama – sama dengan roda, untuk

menghentikan kendaraan. Walaupun terdapat berbagai cara pengaturan sepatu rem, jenis leading dan trailing yang paling banyak dipakai pada kendaraan penumpang dan kendaraan komersial.

Rem Tromol tahan lama karena adanya tempat gesekan yang lebar diantara sepatu dan tromol, tetapi penyebaran panas agak lebih sulit dibanding dengan rem piringan karena mekanismenya yang agak tertutup.



Gambar 12. Rem tromol (Anonim, 2012)

Bagian – bagian rem tromol :

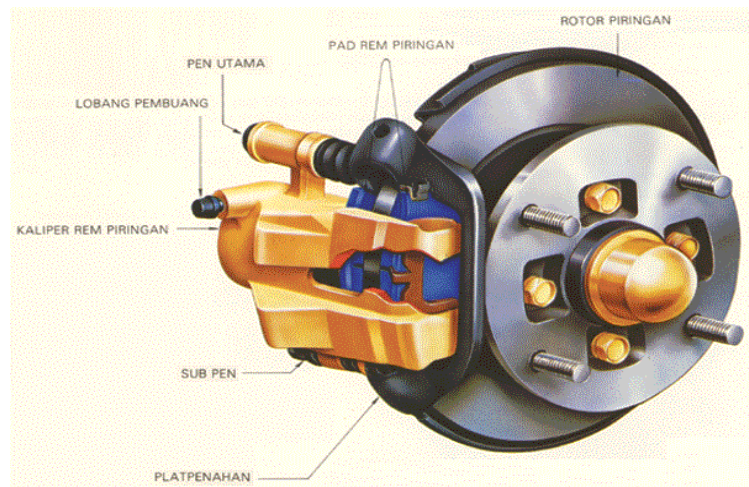
- a) Plat penahan dipasang pada rumah as belakang bertugas menahan silinder roda dan sepatu rem bagian yang tidak berputar.
- b) Silinder roda menekan sepatu rem pada tromol dengan tekanan hidrolis master silinder.

- c) Pegas pembalik sepatu menarik sepatu rem ke posisi semula untuk membebaskannya dari tromol sesaat injakan pedal dilepaskan.
- d) Sepatu rem ditekan terhadap bagian dalam tromol.
- e) Pen pegas penahan sepatu.
- f) Tromol rem yang dipasang pada poros as, berputar bersama – sama roda.
- g) Tuas sepatu rem tangan menekan sepatu pada tromol.
- h) Tuas penyetel.

2) Rem piringan

Rem piringan walaupun banyak jenis rem piringan prinsip kerjanya adalah bahwa sepasang bantalan yang tidak berputar menjepit rotor piringan yang berputar menggunakan tekanan hidrolis, menyebabkan terjadinya gesekan yang dapat memperlambat atau menghentikan kendaraan

Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubung tidak adanya *self servo effect*, maka dibutuhkan gaya pedal yang lebih besar dibandingkan dengan rem tromol. Karena alasan inilah booster rem biasanya digunakan untuk membantu gaya pedal.



Gambar 13. Rem cakram/piring (Anonim, 2012)

Bagian – bagian rem piringan :

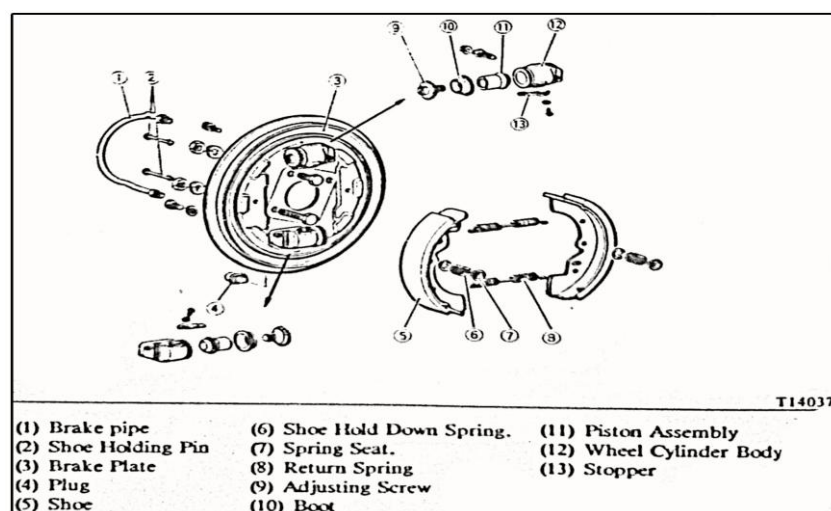
- a) Pen utama dipasang pada plat penahan memberi tempat bagi kaliper dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju di dalam bushing. Pen diberi perapat untuk mencegah masuknya debu dan air;
- b) Pad rem piringan menjepit rotor piringan dengan menggunakan piston pada silinder guna menciptakan gesekan yang menyebabkan terjadinya pengereman;
- c) Rotor piringan dipasang pada hub as, berputar bersama roda;
- d) Lubang pembuang untuk membuang udara yang masuk kedalam kedalam saluran udara;
- e) Kaliper rem piringan melindungi piston dalam silinder dan menekan pad terhadap rotor piringan tatkala piston terdorong oleh tekanan hidrolis;

- f) Sub pen yang terpasang pada plat penahan, bersama – sama dengan pen utama, memberi tempat kepada silinder dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju melalui bushing
- g) Plat penahan terpasang pada bagian dari as, menunjang gerakan silinder yang terjadi pada saat pad menjepit rotor piringan.

c. Sistim rem pada Mitsubishi L100

1) Rem

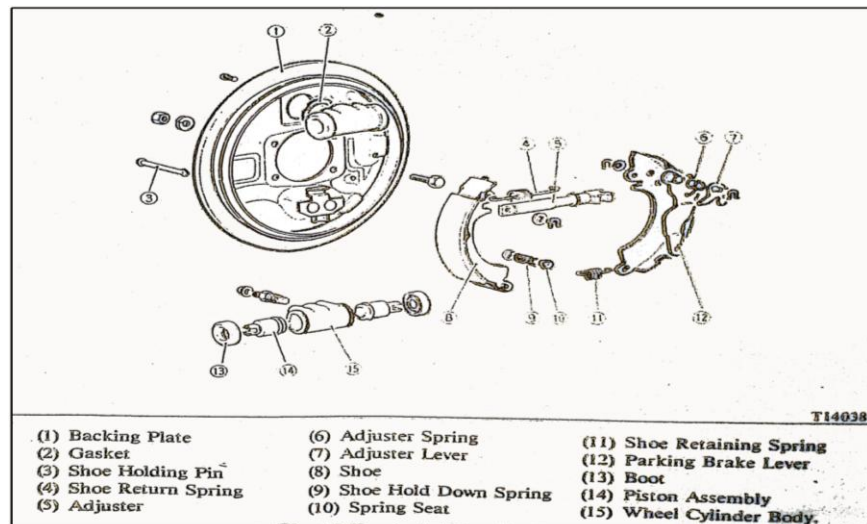
Silinder roda depan Mitsubishi L100 Minicab ini menggunakan tipe *two leading shoe tipe* dengan dua silinder roda yang masing-masing mempunyai satu piston tiap sisinya. Apabila rem bekerja pada kendaraan bergerak maju, maka kedua sepatu rem akan berfungsi sebagai *leading shoe* (Anonim, 2012).



Gambar 14. Konstruksi rem depan. (Anonim, 1980: 14A-11)

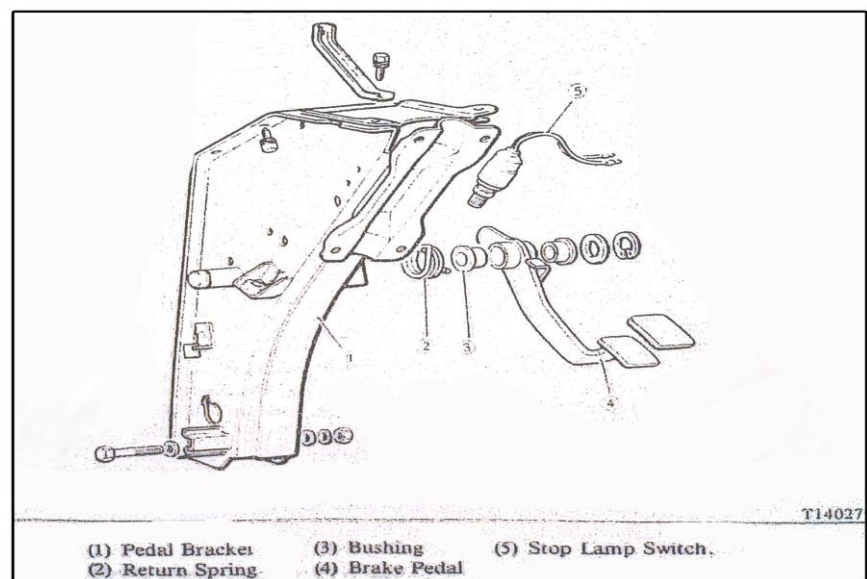
Sedangkan pada rem belakang menggunakan tipe *Reading trailing shoe tipe* Pada tipe ini terdapat satu silinder roda dengan dua piston yang akan mendorong bagian atas tromol rem. Cara

kerja dari *Leading Tailing* adalah dimana bagian ujung masing-masing sepatu rem ditekan membuka oleh silinder roda (*silinder roda*), sedangkan bagian bawah berputar atau mengembang. (Anonim, 2012)



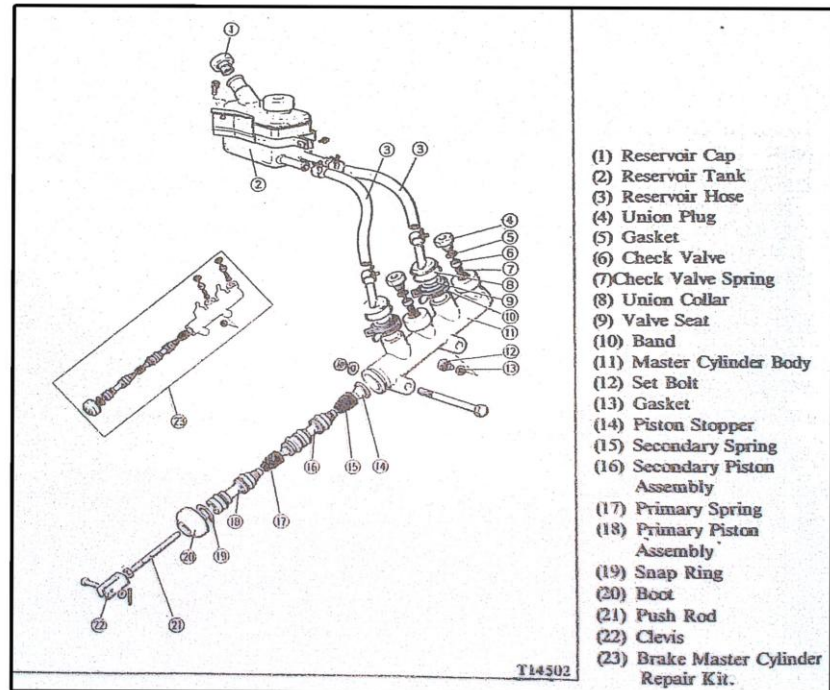
Gambar 15. Konstruksi rem belakang. (Anonim, 1980: 14A-13)

2) Pedal rem



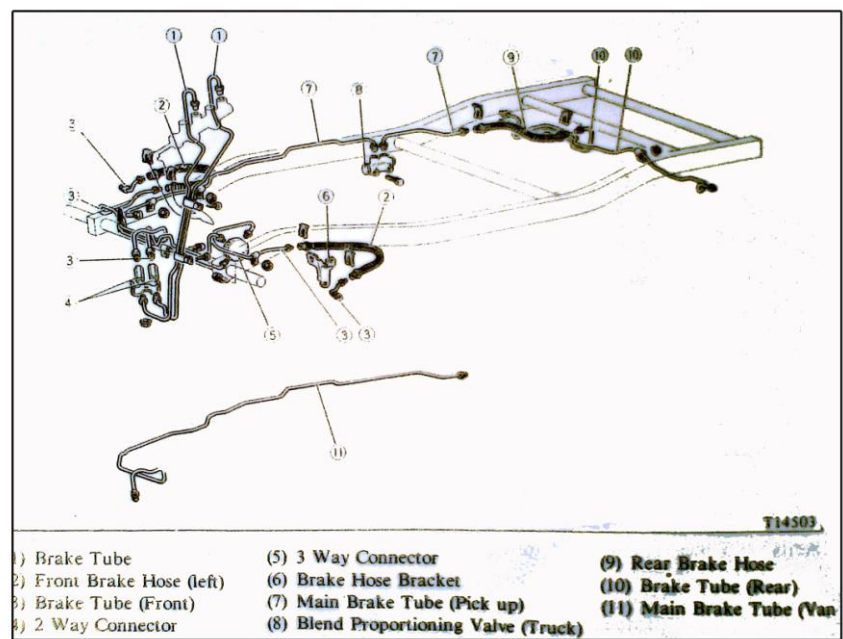
Gambar 16. Pedal rem. (Anonim, 1980: 14A-5)

3) Master silinder



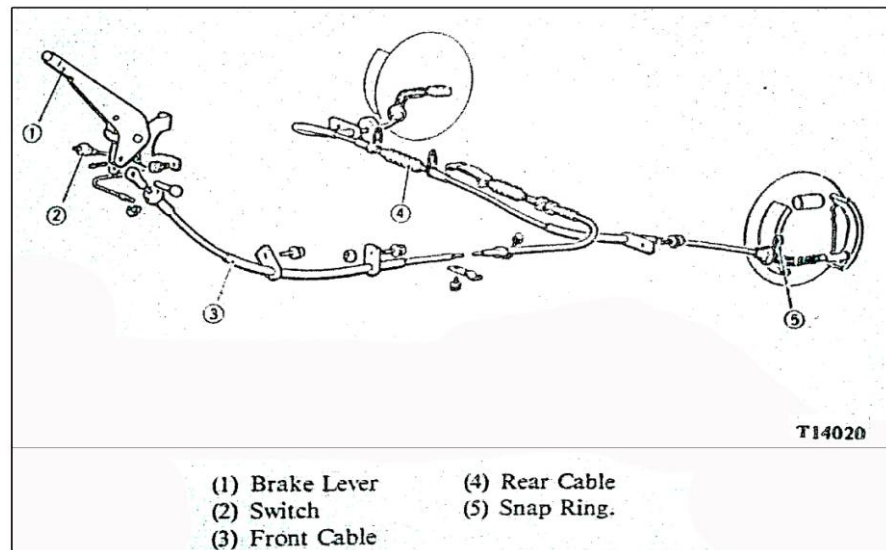
Gambar 17. Master Sillinder. (Anonim, 1980: 14A-7)

4) Brake line



Gambar 18. Brake line. (Anonim, 1980: 14A-9)

5) Rem parkir



Gambar 19. Rem parkir. (Anonim, 1980: 14B-2)

3. Teori Newton terhadap gaya dan daya pengereman

Apabila sebuah titik materi mempunyai percepatan (terhadap sumbu yang absolute) bahwa percepatan ini disebabkan oleh gaya, sebaliknya bila sebuah benda mengakas suatu gaya, maka benda itu akan memperoleh percepatan.

Hukum Newton menyatakan hubungan antara gaya, massa, dan gerak benda. Hukum ini berdasarkan pada prinsip Galileo yaitu: untuk mengubah kecepatan, diperlukan pengaruh luar, yaitu gaya luar, tetapi untuk mempertahankan percepatan tak perlu gaya luar sebagai yang dinyatakan dalam hukum Newton I (Hukum kelembaman).

Hukum Newton I “sebuah benda akan berada terus dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan, apabila dan hanya bila tidak ada gaya atau pengaruh dari luar yang bekerja pada benda tersebut”.

Hukum Newton II “percepatan yang diperoleh suatu benda bila gaya dikerjkan padanya akan berbanding lurus dengan resultan gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut, dengan suatu konstanta pembanding yang merupakan ciri khas dari benda.

$\vec{a} = k \vec{F}$, k adalah konstanta pembanding yang sama dengan $\frac{1}{m}$ merupakan

cirri khas benda jika m adalah massa benda.

Jadi $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ atau $\vec{F} = m \vec{a}$,

massa adalah skalar arah a sama dengan arah F .

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}, F = m \frac{dv}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dp}{dt}$$

a (Percepatan) adalah perubahan percepatan persatuan waktu.

Daya adalah besaran scalar. Satuan daya dalam SI adalah Joule/detik dengan nama khusus watt (diambil dari nama James Watt penemu mesin uap). Untuk pemakaian sehari-hari digunakan satuan daya kuda (=hour power = HP) yang oleh Watt dikatakan 1 daya kuda kerja yang dilakukan oleh kuda.

Definisi : Daya (power = P) adalah laju dari kerja yang dilakukan.

$$P = \frac{dW}{dt}, w \text{ adalah usaha}$$

$W = F \cdot s$, dan s adalah pergeseran.

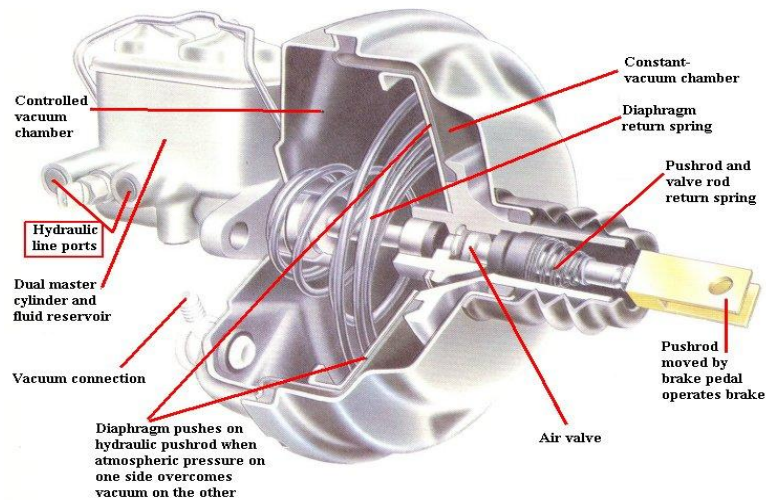
(Aby Saroyo Ganijanti, 2002: 9, 71, 72, 141)

4. Boster rem

Boster rem merupakan satu komponen pada sistem rem yang dipasangkan menjadi satu dengan master silinder dan setelah pedal rem, yang berfungsi untuk mengurangi tenaga yang diperlukan pengemudi dalam pengereman.

Prinsip kerja boster rem memanfaatkan tenaga kevakuman yang dihasilkan oleh *intake manifold* pada saat mesin hidup, seperti yang terdapat pada gambar, terdapat dua *chamber* (*vacuum chamber* dan *Variable pressure chamber*) pada boster yang masing-masing dipisahkan oleh diaphragma. *Input shaft (operating rod)* berhubungan dengan pedal rem dan mengatur buka tutupnya *atmospheric vacuum port* yang berhubungan dengan *variable pressure chamber*. *Fulcrum plate* menempel pada diafragma ditahan oleh pegas dan berhubungan dengan master silinder batang pendorong. Kemudian Vacuum connection berhubungan dengan selang vacuum ke intake manifold.

Secara sederhana kerja boster rem yaitu, pada saat mesin hidup vacuum chamber akan terjadi kevakuman karena vacuum chamber dan variable pressure chamber tidak terbuka maka diaphragm tidak akan mendorong fulcrum plate.



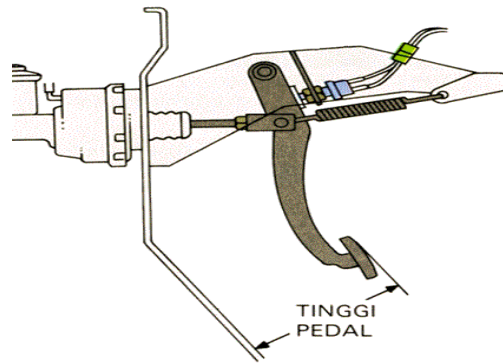
Gambar 20. Boster. (Anonim, 2012)

5. Komponen Rem

a. Pedal rem

Adalah komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman. Fungsi pedal rem memegang peranan yang penting didalam sistem rem. Tinggi pedal harus dalam tinggi yang ditentukan. Jika terlalu tinggi, diperlukan waktu yang lebih banyak bagi pengemudi untuk menggerakkan dari pedal gas ke pedal rem, yang mengakibatkan pengereman akan terlambat. Sebaliknya jika tinggi pedal terlalu rendah, akan membuat jarak cadangan yang kurang yang akan mengakibatkan gaya pengereman yang tidak cukup. Pedal Rem juga harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan selalu terdorong keluar dimana mengakibatkan rem akan bekerja terus dikarenakan adanya tekanan hidrolis yang terjadi pada sistem

rem. Disamping itu, harus terdapat jarak cadangan pedal yang cukup pada waktu pedal rem ditekan; kalau tidak akan terdapat

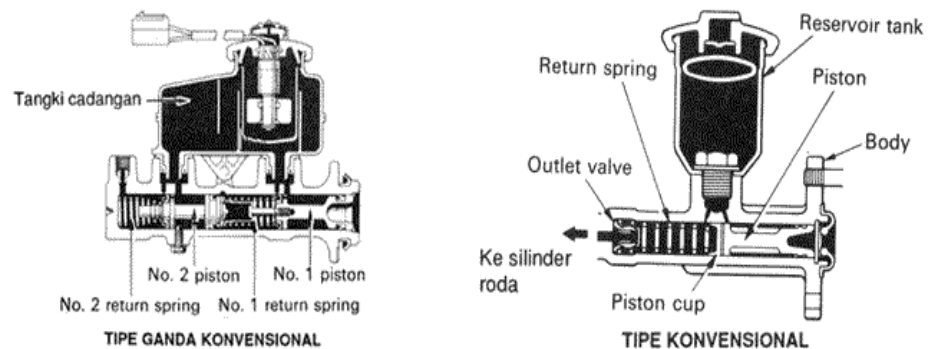


Gambar 21. Pedal rem. (Anonim, 2012)

b. Master silinder

Mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolis. Master silinder terdiri dari resevoir tank yang berisi minyak rem, demikian juga piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis. Master silinder ada 2 tipe yaitu :

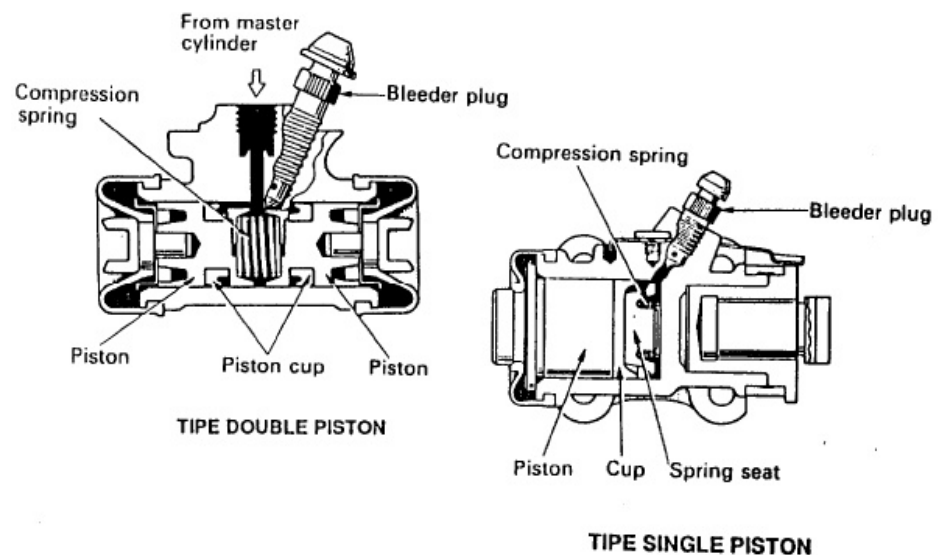
- 1) Tipe Tunggal : Tipe plunger, Tipe konvensional dan tipe *portles*.
- 2) Tipe Ganda : Tipe ganda konvensional dan tipe *double konvensional*.



Gambar 22. Master silinder. (Anonim, 2012)

c. Silinder roda

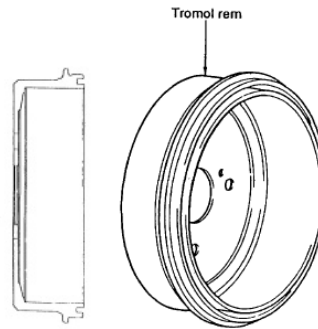
Bila timbul tekanan hidrolis pada master silinder maka akan menggerakkan *piston cup*, piston akan menekan kearah sepatu rem, kemudian menekan tromol rem. Apabila rem tidak bekerja, piston akan kembali ke posisi semula karena kekuatan pegas pengembali sepatu rem. *Bleeder plug* berfungsi sebagai baut pembuangan udara yang terdapat pada sistem rem.



Gambar 23. Silinder roda. (Anonim, 2012)

d. Tromol rem

Tromol rem terbuat dari besi tuang (*gray cast iron*). Ketika kampas menekan bagian dalam dari tromol, akan terjadi gesekan yang menimbulkan panas yang mencapai suhu 200-300°C.

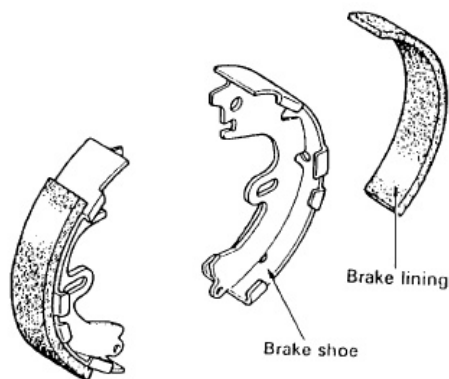


Gambar 24. Tromol rem. (Anonim, 2012)

e. Sepatu rem dan Kampas rem

Sepatu rem terbuat dari plat baja, dan kampas rem dipasang pada sepatu rem dengan cara dikeling atau dengan cara dilem.

Kampas terbuat dari campuran fiber metalik, *brass*, *lead*, *plastic*, dan sebagainya. Kampas harus mempunyai koefisien gesek dan harus dapat menahan panas dan aus.



Gambar 25. Sepatu rem dan Kampas rem. (Anonim, 2012)

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik (Taylor, 1959 dlm Pressman, 2001). Fase ini adalah inti teknis dari proses rekayasa perangkat lunak. Pada fase ini elemen-elemen dari model analisa dikonversikan. Dengan menggunakan satu dari sejumlah metode perancangan, fase perancangan akan menghasilkan perancangan data, perancangan antarmuka, perancangan arsitektur dan perancangan prosedur.

Banyak langkah yang perlu dilakukan dalam perancangan rekondisi rem dan pemasangan boster pada Mitsubishi minicab tahun 1983. Langkah-langkah tersebut menggambarkan struktur data, analisis kebutuhan dan alat-alat yang digunakan dari keperluan-keperluan informasi. aktivitas utama dalam perancangan rekondisi dan pemasangan boster adalah memilih gambaran logika dari struktur data yang dikenali selama fase spesifikasi dan pendefinisian keperluan. Pemilihan ini melibatkan analisis kebutuhan dari alternatif struktur dalam rangka menentukan perancangan yang paling efisien.

A. Tahap Awal Rekondisi

Rekondisi dan pemasangan boster pada Mitsubishi minicab tahun 1983 dilakukan dengan mengidentifikasi terlebih dahulu kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi. Identifikasi awal ini hanya untuk mendapatkan gambaran

umum tentang kerusakan apa saja yang terjadi oleh karena itu identifikasi awal ini hanya melihat gejala-gejala yang terjadi serta memeriksa kondisi komponen-komponen tanpa dilakukan pembongkaran. Tujuan identifikasi awal ini untuk mendapatkan konsep rancangan langkah kerja, kebutuhan alat dan bahan, rancangan kebutuhan biaya rekondisi, rancangan pengujian dan perencanaan waktu rekondisi.

B. Analisis Kebutuhan Alat

Dalam rekondisi dan pemasangan boster pada Mitsubishi Minicap tahun 1983 ini diperlukan alat untuk membantu dalam proses rekondisi. Peralatan tersebut diantaranya:

- a) Kunci ring dan Kunci pas (satu set),
- b) Kunci *shock* (satu set)
- c) Kunci momen
- d) Obeng + dan –
- e) Palu
- f) Tang
- g) Dongkrak *hydraulic*
- h) *Jack stand* (empat buah)
- i) Jangka sorong

C. Analisis Kebutuhan Bahan dan Biaya

Pembelian komponen dan bahan diperlukan agar proses rekondisi bisa dilakukan. Sebelum melakukan pembelian diperlukan rancangan kebutuhan biaya agar pembelian dapat dilakukan secara tepat guna walaupun pada

implementasinya kebutuhan biaya dapat berbeda dari rancangan yang telah dibuat. Diharapkan dengan rancangan kebutuhan biaya ini dapat diketahui kisaran biaya yang dibutuhkan. Rincian mengenai rancangan kebutuhan biaya dijabarkan pada tabel berikut:

Table 1. Kebutuhan bahan dan biaya

No	Komponen	Jumlah	Harga
1	Boster	1 buah	Rp. 260.000
2	Kampas rem	1 set	Rp. 200.000
3	Silinder roda	4 buah	Rp. 240.000
4	Minyak rem	2 botol	Rp. 33.000
5	Main brake tube	2 buah	Rp. 20.000
6	Pegas kakampas	2 buah	Rp. 20. 000
7	Mur/baut		Rp. 20.000
jumlah			Rp. 773.000

D. Rancangan Pelaksanaan Kerja

Berdasarkan rancangan di atas maka dapat dibuat rancangan langkah kerja terlebih dahulu. Rancangan langkah kerja rekondisi rem dan pemasangan boster pada Mitsubishi Minicap tahun 1983 adalah sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi awal. Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum kerusakan yang terjadi agar dapat dijadikan dasar pembuatan rancangan rekondisi.

2. Melakukan observasi ketersediaan komponen di pasar. Selain untuk mengetahui ketersediaan komponen, observasi ini juga bertujuan untuk mengetahui harga komponen yang hendak dibeli.
3. Melakukan identifikasi lanjutan. Identifikasi lanjutan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi komponen secara lebih terperinci.
4. Membeli komponen pengganti untuk mengganti komponen yang tidak ada atau yang mengalami kerusakan.
5. Melakukan perbaikan pada komponen yang rusak atau komponen yang tidak tersedia di pasaran.
6. Memasang kembali komponen sistem rem. Pemasangan dilakukan menurut prosedur tertentu agar tidak terjadi kesalahan, kerusakan dan kesulitan dalam pemasangan.
7. Melakukan pengukuran dan penyetelan, dan pengujian terhadap obyek.

E. Rancangan Pengujian

Pengujian sistem rem ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui apakah sistem rem bekerja secara normal sesuai dengan fungsinya.
2. Mengetahui perbedaan kondisi sistem rem sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan.
3. Mengetahui kekurangan dan kelebihan rekondisi yang telah dilakukan.
4. Mengetahui apakah boster rem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

Adapun proses pengujian dilakukan dengan cara:

1. Melakukan uji pengereman: (a) *start*/mengoperasikan kendaraan dengan

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Rekondisi

Agar proses rekondisi dan pemasangan boster pada Mitsubishi Minicab tahun 1983 dapat berjalan dengan lancar dan efisien maka proses rekondisi harus berjalan berdasarkan rancangan langkah kerja yang telah dibuat. Berdasar dari rancangan langkah kerja maka proses rekondisi dimulai dari melakukan identifikasi, identifikasi lanjutan/pembongkaran kemudian dilanjutkan dengan perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan setelah itu melakukan pemasangan dan penyetelan komponen tersebut. Perincian langkah kerja akan dibahas sebagai berikut di bawah ini:

1. Identifikasi

Identifikasi adalah proses pencarian sumber kerusakan yang menyebabkan suatu komponen atau sistem tidak dapat berfungsi optimal. Identifikasi ini dapat dilakukan dengan melihat gejala-gejala yang muncul lalu memeriksa kondisi komponen yang dianggap sebagai sumber kerusakan. Pemeriksaan kondisi komponen dilakukan dengan salah satu atau beberapa cara berikut:

- a. Melihat kondisi fisik komponen.
- b. Melakukan pengukuran terhadap komponen.
- c. Menguji kinerja fungsi dari komponen.

Identifikasi ini penting karena menjadi dasar dilakukannya perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan.

2. Identifikasi lanjut

Setelah mendapatkan data identifikasi awal maka perlu dilakukan identifikasi lanjutan untuk mengetahui kondisi komponen utama pada sistem rem secara lebih terperinci. Identifikasi lanjutan sistem kemudi dimulai dari pembongkaran system rem untuk mengetahui kondisi dari tiap komponen dan melakukan pergantian pada komponen komponen yang sudah tidak berfungsi.

a. Pedal rem

Dari hasil identifikasi secara fisual, kondisi pedal ren masih dalam keadaan berfungsi/bagus, hanya perlu pelumasan untuk mempermudah pada saat pengereman. Untuk melumasi perlu dilakukan pembongkaran, berikut langkahnya:

- 1) Melepas terlebih dahulu *stop lamp switch*
- 2) Melepas pegas pengembali dari pedal rem dan *push rod*
- 3) Melepas snap ring kemudian pedal bersama-sama bushing dan pegas pengembali dilepas secara bersama-sama.



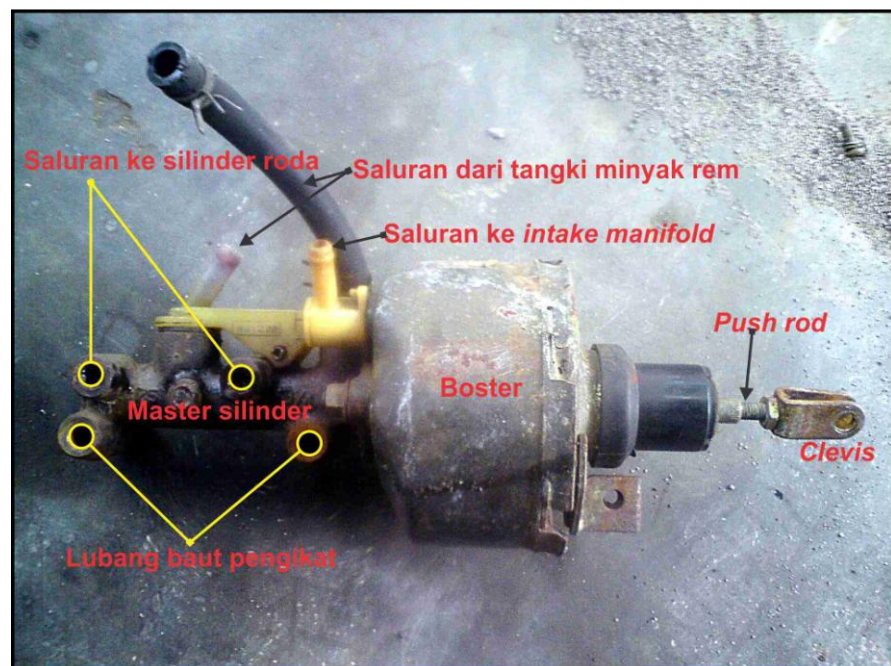
Gambar 26. Pedal rem

b. Master Silinder

Melakukan pembongkaran master silinder, menurut buku panduan yaitu dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Melepas *reservoir hose* dan *brake pipe* pada master silinder.
- 2) Melepas master silinder, kemudian membongkar master silinder.
- 3) Melepas *boot*, *snap ring*, dan *set bold*, lalu melepas *primary piston*, *secondary piston* dan pegas pengembali.
- 4) Setelah melakukan *union plug*, kemudian melepas *check valve* dan *valve spring*.

Pembongkaran pada master silinder tidak dilakukan, dikarenakan kondisi master silinder sudah tidak layak digunakan karena terdapat banyaknya karat, oleh karena itu dilakukan penggantian master silinder dengan yang baru dengan penambahan boster.



Gambar 27. Master silinder dan boster

c. Rem

1) Rem depan



Gambar 28. Konstruksi rem depan

Untuk mengumpulkan data dan mengetahui kondisi dari tiap-tiap komponen, perlu dilakukan pembongkaran. Langkah-langkah pembongkarannya adalah sebagai berikut:

a) Melepas roda dan tromol depan

Langkah pertama identifikasi ini adalah melepas roda dan tromolnya. Berikut langkah-langkahnya:

- (1) Menempatkan kendaraan pada lantai yang rata/kuat
- (2) Mengendurkan baut roda dengan menggunakan kuncinya sebelum kendaraan di dongkrak.
- (3) Mendongkrak kendaraan, dan mengatur posisi dongkrak supaya tidak meleset.

- (4) Melepas roda depan.
- (5) Memukul dengan palu tromol pada bagian luarnya bila tromol mengalami sedikit kesulitan saat dilepaskan.



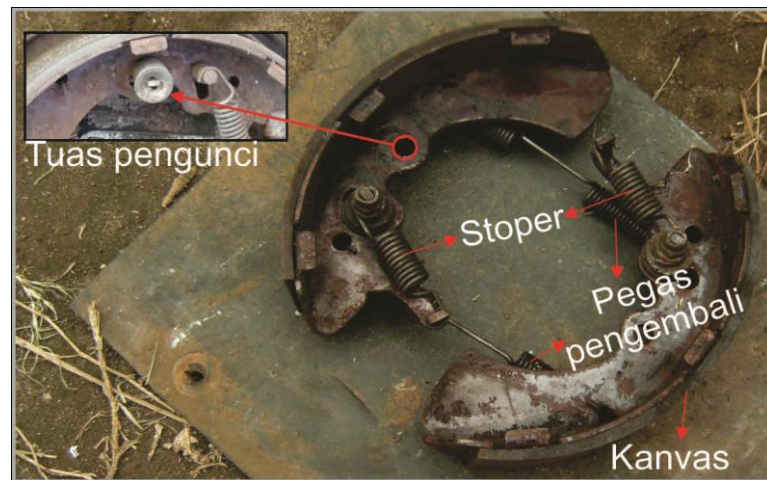
Gambar 29. Tromol rem

Setelah melakukan pembongkaran, kondisi tromol masih dalam keadaan bagus. Hanya dilakukan pembersihan dan pengamplasan pada bagian dalam tromol.

b) Melepas kampas rem

Setelah tromol rem dilepas, kemudian langkah selanjutnya yaitu melepas kampas rem. Langkah–langkahnya adalah

- (1) Menekan tuas pengunci menggunakan tang dengan menekan dan memutar kearah kanan/kiri, dengan adanya pegas, maka pengunci akan terlepas akibat dorongan dari pegas yang terdapat pada tuas pengunci, ,
- (2) Melepas pegas pengembali, dan *stopper*.
- (3) Dan langkah terakhir setelah semua pegas terlepas, dilanjutkan dengan melepas kampas rem depan.



Gambar 30. Kampas rem

Setelah melakukan pembongkaran pada kampas rem, dilakukan pengukuran ketebalan kampas dengan menggunakan jangka sorong.



Gambar 31. Mengukur ketebalan kampas

c) Melepas silinder roda

Silinder roda depan Mitsubishi minicab L100 ini menggunakan tipe *two leading shoe type* dengan dua silinder roda yang masing-masing mempunyai satu piston tiap sisinya. Apabila rem bekerja pada kendaraan bergerak maju, maka kedua sepatu rem akan berfungsi sebagai *leading shoe*.



Gambar 32. Silinder roda

Langkah-langkah melepasnya adalah sebagai berikut:

- (1) Melepas baut pengikat dan baut pipa penghubung silinder roda dan baut pada pipa rem dari master silinder yang terletak pada bagian belakang silinder roda
- (2) Membongkar komponen-komponen silinder roda.
- (3) Melepas piston, *boot*, dan *adjusting screw*.



Gambar 33. Komponen silinder roda

Setelah dilakukan pembongkaran terhadap silinder roda depan, terdapat kerak hingga piston tidak dapat bekerja pada silinder roda depan. Untuk dapat berkerja kembali perlu dilakukan penggantian komponen baru.

2) Rem belakang

a) Silinder roda

Rem belakang Mitsubishi minicab menggunakan tipe *reading trailing shoe type* pada tipe ini terdapat satu silinder roda dengan dua piston yang akan mendorong bagian atas tromol rem. Cara kerja dari *leading trailing* adalah dimana bagian ujung masing-masing sepatu rem ditekan membuka oleh silinder roda, sedangkan bagian bawah berputar atau mengembang.

Langkah-langkah pembongkaranya adalah

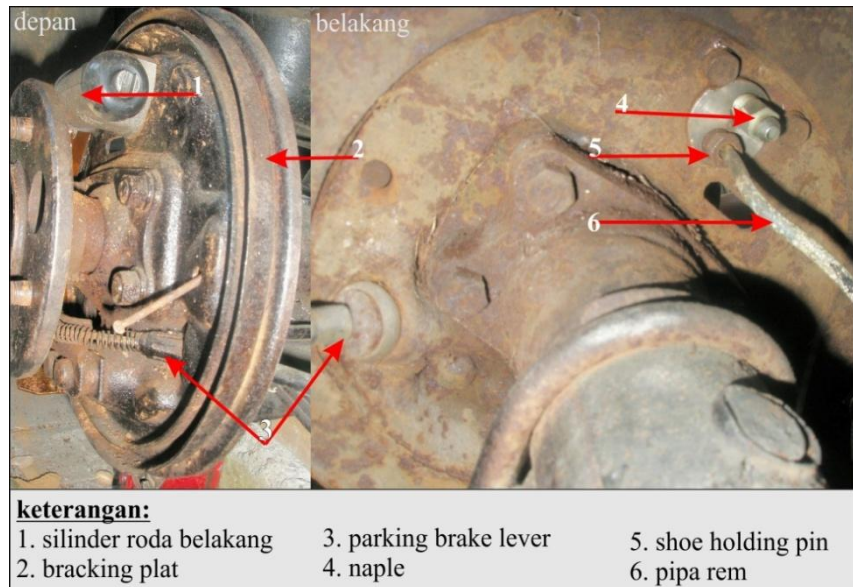
- (1) Melepas baut pengikat dan baut pipa penghubung silinder roda dan baut pada pipa rem dari master silinder yang terletak pada bagian belakang silinder roda.
- (2) Melepas baut pengikat rem parkir.
- (3) Melepas komponen silinder roda.

b) Kampas rem

Tidak satupun kampas rem yang terdapat pada mekanisme rem belakang maka dilakukan pergantian kampas rem sesuai dengan standar spesifikasi Mitsubishi minicab L100.

c) Rem parkir

Rem parkir Mitsubishi minicab ini menggunakan tipe mekanik yang bekerja pada rem belakang dengan tuas rem untuk pengoperasiannya.



Gambar 34. Mekanisme rem belakang

Kondisi rem parkir dalam keadaan baik, dan setelah dilakukan pelumasan pada komponen yang berkarat, sistem rem parkir dapat bekerja dengan baik.

3. Penggantian komponen yang rusak

Setelah semua komponen terlepas maka dilanjutkan dengan pemeriksaan dan pengukuran dan penggantian komponen yang rusak, antara lain:

- a. Master silinder
- b. Silinder roda
- c. Kampas rem

d. Minyak rem

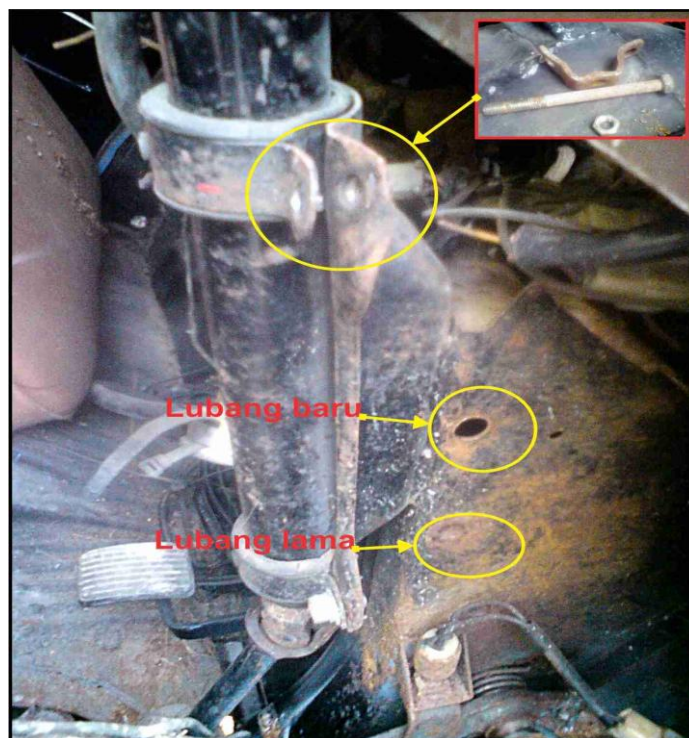
4. Pemasangan komponen

Setelah semua komponen yang diperlukan sudah didapat maupun yang sudah diperbaiki dan siap dipasang, maka proses selanjutnya adalah pemasangan komponen sistem rem.

a. Master silinder dan boster

Master silinder terpasang di dalam ruang kemudi, dalam sistem rem Mitsubishi minicab ini tidak menggunakan boster, maka master silinder ini dimodifikasi dengan pemasangan boster. Jadi perlu memodifikasiudukan master rem yang sebelumnya.

- 1) melubangi *bracket* dengan bor diameter 14 dan menambahkan dudukan agar master silinder dapat terpasang.



Gambar 35. *Bracket* setelah dilubangi

- 2) Menambahkanudukan *clevis* pada pedal rem.



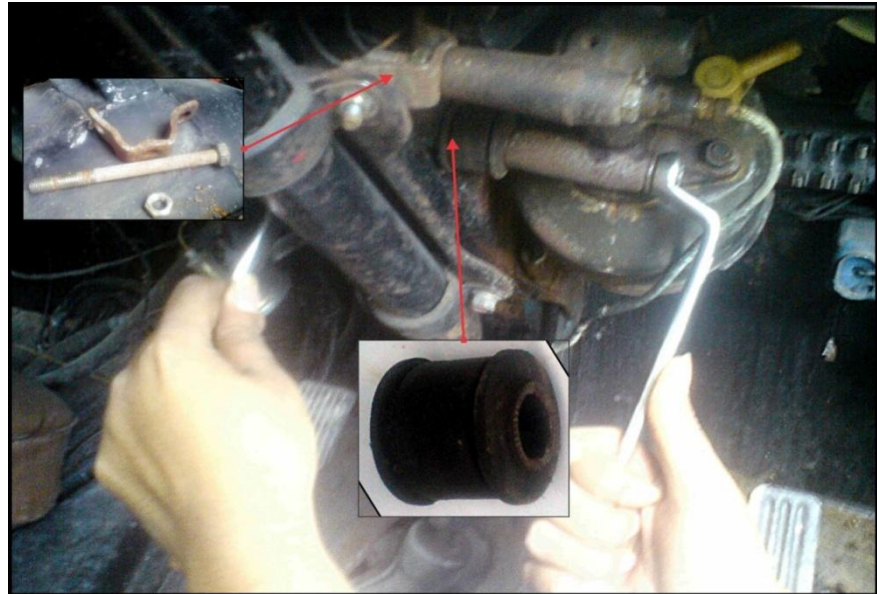
Gambar 36. Dudukan *clevis*

- 3) Melubangi *intake manifold*



Gambar 37. Lubang saluran pada *intake manifold*

- 4) Memasang master silinder dan boster pada dudukannya. Dengan tambahan dudukan dan bosh agar dapat terpasang.



Gambar 38. Memasang master silinder dan boster

- 5) Menyambung pipa penghubung minyak rem yang menuju ke silinder roda dan mengencangkan sambungan dengan kunci pas.



Gambar 39. Pemasangan pipa saluran ke silinder roda

b. Rem

1) Rem depan

Pada rem depan, komponen-komponen yang dilakukan pergantian yaitu kampas rem, dan silinder roda.

a) Silinder roda

Proses pemasangan pada silinder roda berikut langkah-langkahnya:

- (1) Mengencangkan sambungan pipa penghubung silinder roda dan pipa rem pada master silinder.
- (2) Menyambungkan silinder roda dengan pipa penghubung silinder roda dan pipa rem dari master silinder.
- (3) Memasang dan mengencangkan baut pengunci silinder roda.



Gambar 40. Pemasangan silinder roda depan

b) Kampas rem

Setelah silinder roda terpasang dengan benar kemudian dilanjutkan dengan memasang kampas rem, sebelum memasang kampas rem pada *backing plate*

- (1) Mengaitkan pegas pada kampas rem, kampas rem terkait oleh pegas penghubung.

- (2) Memasang kampas rem pada *backing plate*.
- (3) Mengunci kampas rem dengan tuas pengunci.



Gambar 41. Pemasangan kampas rem

c) Tromol rem

Setelah kampas terpasang dengan benar, selanjutnya yaitu memasang tromol rem.

- (1) Memasang tromol
- (2) Mengencangkan baut pengikat, dengan memutar baut searah jarum jam



Gambar 42. Memasang tromol

2) Rem belakang

Secara teoritis, proses pemasangan silinder roda, kampas rem dan tromol rem, urutan langkah-langkahnya sama dengan pemasangan rem depan. Hanya saja pada rem belakang terdapat komponen lain yaitu rem paker dan adjuster.

a) Silinder roda

Langkah-langkah pemasanganya

- (1) Mengencangkan sambuangan pipa penghubung silinder roda dan pipa rem dari master silinder.
- (2) Menyambungkan pipa-pipa dengan silinder roda.
- (3) Memasang dan mengencangkan baut pengunci silinder roda.



Gambar 43. Pemasangan silinder roda belakang

b) Kampas

Langkah-langkah pemasangan kampas belakang, yaitu:

- (1) Mengaitkan pegas kampas rem

(2) Memasang kampas rem pada *backing plat*.

(3) Memasang *adjuster*.



Gambar 44. Memasang kampas rem belakang

(4) Setelah *adjuster* terpasang kemudian mengunci kampas dengan tuas pengunci.

c) Rem parkir

Pemasangan kabel rem parkir bersamaan dengan saat pemasangan kampas rem. Kabel dari rem parker berhubungan dengan kampas rem belakang bagian bawah.

5. Penyetelan

a. Pedal rem

Pada pedal rem ada beberapa hal yang perlu dilakukan penyetelan yaitu;

1) Tinggi pedal

Mengukur jarak antara lantai pada ruang kemudi dengan injakan pedal rem menggunakan penggaris besi.



Gambar 45. Pengukuran tinggi pedal

2) Penyetelan pedal *play*

Menyetel *clearance* antara *push rod* dengan master silinder piston. Untuk penyetelan, putar *push rod* hingga menyentuh bagian belakang piston, dan memutar kembali (berlawanan) kira-kira $\frac{1}{4}$ putaran, kemudian mengencangkan *lock nut*.

3) Periksa kembali tinggi pedal dan memeriksa apakah terdapat suara-suara lain pada saat pedal di injak.

Jika tinggi pedal berubah ubah pada saat pedal diinjak dengan tenaga yang sama, periksa kebocoran oli rem atau kemungkinan terdapat udara pada oli rem. Dan perlu dilakukan pembledingan atau bleding.

b. Menyetel jarak kampas rem dengan tromol

1) Dongkrak kendaraan sehingga roda berputar bebas.

- 2) Bebaskan tuas rem parkir pada waktu menyetel rem belakang.
- 3) Buka sumbat lubang penyetel sepatu dari *backing plate*.
- 4) Putar mur penyetel dan kembangkan sepatu hingga terikat pada tromol dan roda benar-benar terkunci.
- 5) Longgarkan mur penyetel hingga roda berputar dengan bebas.

c. *Bleeding*

Setelah semua komponen sistem rem terpasang pada mobil dengan benar, selanjutnya melakukan pembuangan udara atau bleeding. Adapun langkahnya sebagai berikut:

- 1) mengisi *reservoir* dengan minyak rem.
- 2) Buka tutup *bleeder plug*.
- 3) Pasang selang plastik pada *bleeder plug* dan masukkan ujung selang yang lain pada tempat pembuangan.
- 4) Tekan pedal rem beberapa kali dan sementara pedal ditekan, longgarkan *bleeder plug* 1/3 sampai 1/2 putaran.
- 5) Apabila gelembung udara berhenti, tekan dan tahanlah pedal rem dan kencangkan *bleeder plug*, kemudian pasanglah tutupnya.
- 6) Setelah *bleeding* selesai dilakukan, injaklah pedal rem dan periksalah apakah ada kebocoran pada sistem hidrolis?
- 7) Tambah minyak di dalam *reservoir* hingga tinggi yang telah ditentukan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan proses pembuangan udara:

- 1) Urutan pembuangan udara dari dalam saluran-saluran minyak rem tergantung dari pada jarak antara silinder utama dan silinder roda. Pembuangan udara dari silinder roda yang terjauh dari silinder utama (master silinder) harus didahulukan. Untuk kendaraan dengan setir di sebelah kanan, maka urutan pembuangan udara harus dilaksanakan sebagai berikut
 - a) Roda belakang kiri
 - b) Roda belakang kanan
 - c) Roda depan kiri
 - d) Roda depan kanan. (Wiranto Arismunandar dan Osamu Hirao, 2006:171)
- 2) Selama proses pembuangan udara berlangsung selalu ada minyak rem yang tertumpah, maka permukaan minyak rem di dalam *reservoir* dari silinder utama akan turun. Tambahkan minyak rem ke dalam *reservoir* sehingga permukaan menjadi lebih tinggi (penuh).
- 3) Berhati-hati agar tidak ada minyak rem yang mengenai permukaan pada badan kendaraan yang dicat, karena minyak rem dapat merusak cat tersebut
- 4) Pemijakan pedal rem dilakukan dengan perlahan lahan (tidak terlalu cepat). Pedal rem yang dipompa terlalu cepat, maka

gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam minyak rem akan terpecah menjadi bagian-bagian yang kecil, sehingga gelembung-gelembung udara tidak dapat keluar dengan mudah.

5) Sebaiknya tidak menggunakan minyak rem bekas.

6. Pengujian

Pengujian sistem rem meliputi pengujian-pengujian sebagai berikut:

a. Uji kerja boster

Uji pengereman setelah dipasang boster pada master silinder. Boster rem bekerja berdasarkan kevakuman mesin, yang berarti, apabila mesin hidup maka boster rem berfungsi dan apabila mesin mati boster rem tidak dapat berfungsi, untuk menguji kinerja boster dilakukan ;

- 1) Mesin dalam kondisi mati, menginjak pedal rem beberapa waktu untuk mengosongkan atau memberi kevakuman.
- 2) Stater mesin hingga mesin nyala / *running*.
- 3) Menggunakan tekanan vakum medium untuk pedal rem.
- 4) Rem akan bergerak seolah-olah pedal rem turun ketika mesin hidup. Ini pertanda boster rem berfungsi begitu mesin hidup, maka bila pedal ditekan akan terasa ringan.
- 5) Apabila boster tidak berfungsi maka begitu mesin nyala pedal rem tidak terasa turun.

b. Uji sistem pengereman

Dalam pelaksanaannya, uji teknis tidak bisa dilaksanakan disebabkan alat penguji yang digunakan yaitu *brake tester* TI

CRYPTON yang ada di bengkel otomotif tidak dapat bekerja/rusak. Dengan keterbatasan alat tersebut, pengujian hanya dilaksanakan dengan uji jalan.

c. Uji jalan

Langkah-langkah pada saat uji jalan yaitu;

- 1) Memilih permukaan jalan dengan kondisi kering dan rata.
- 2) Menggunakan rem dengan baik ketika kendaraan pada kecepatan tertentu sesuai yang diinginkan.
- 3) Saat kendaraan direm, saat itu juga kendaraan berhenti bersamaan pada saat pedal rem diinjak.
- 4) Mencatat hasil yaitu jarak pengereman dengan kecepatan yang berbeda untuk menghitung daya pengereman.
- 5) Setelah pedal dilepas, kendaraan harus dapat meluncur dengan bebas.

7. Waktu Pelaksanaan Rekondisi

Berdasarkan perencanaan waktu pengerjaan, perkiraan waktu yang di jadwalkan tiga bulan selesai, namun pada proses pelaksanaannya, ternyata pengerjaan tugas ahir ini mundur dari jadwal karena masih ada mata kuliah yang harus diselesaikan. Kemudian pencarian suku cadang komponen Mitsubishi minicab ini juga menjadi faktor mundurnya perkiraan waktu yang sudah dijadwalkan, tetapi semua bisa diatasi meskipun harus mundur dari jadwal yang sudah dibuat.

B. Hasil

Setelah melakukan pembongkaran, pemeriksaan, dan penggantian komponen, diperoleh hasil dari proses tersebut:

1. Hasil rekondisi lanjutan

Pada identifikasi lanjutan sistem rem menghasilkan data sebagai berikut:

a. Pedal rem

Berdasarkan hasil pengukuran sebelum dilakukan penyetelan, ketinggian pedal rem terhadap pedal stopper atau jarak pengereman pedal dari kondisi awal sampai di habis ditekan yaitu 152mm dengan *clearance* 0 mm atau tidak ada gerak bebas. *clearance* terlalu kecil bisa dikarenakan pegas pengembali yang kotor dan berkarat.

Ukuran standar tinggi pedal saat pengereman = 139 mm dengan *clearance* 10-15 mm.

b. Master silinder

Pada komponen-komponen master silinder tidak dapat dilepas atau macet disebabkan adanya karat kemungkinan dikarenakan mobil Mitsubishi Minicab ini sudah lama tidak beroperasi/berjalan.

c. Rem

Rem yang dipakai dalam mekanisme sistem rem Mitsubishi minicab L100 ini menggunakan tipe yang berbeda antara silinder roda depan dengan silinder roda belakang.

1) Rem depan

- a) Kampas rem pada rem depan sudah mengalami keausan yang tidak normal yaitu memiliki ketebalan kurang dari 2 mm disemua komponen kampas rem depan.

Standar ketebalan = 5.1 mm

- b) Silinder roda tidak dapat bekerja disebabkan terlalu banyak karat dan kerusakan di semua komponennya

2) Rem belakang

- a) Tidak terdapat kampas rem pada rem bagian belakang. Standar ketebalan untuk kampas rem bagian belakang = 5.1 mm

- b) Tidak terdapat silinder roda pada rem bagian belakang. Menurut standar Mitsubishi Minicab, silinder roda bagian belakang menggunakan tipe *leading trailing shoe* silinder roda.

d. Reaksi boster

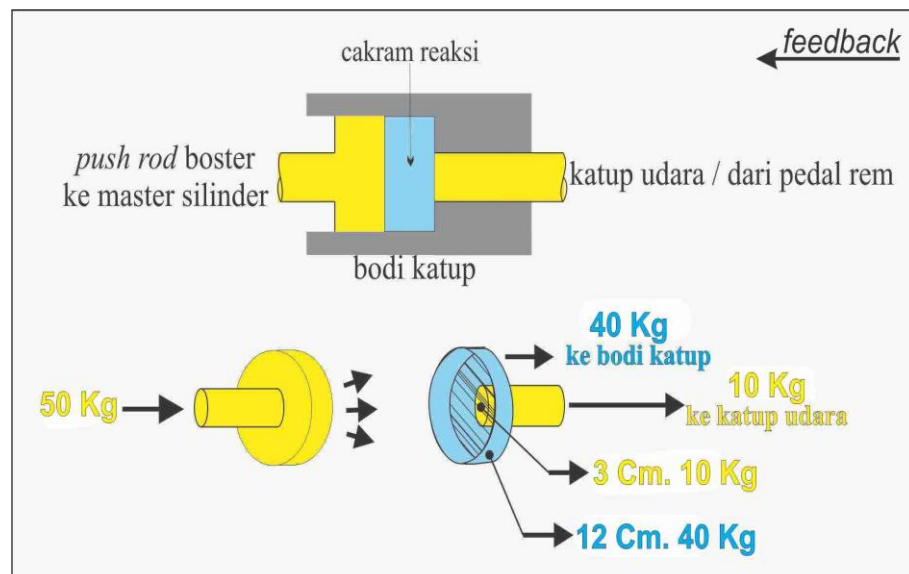
Secara umum, mekanisme rem yang menggunakan boster bertujuan untuk menurunkan tendangan balik dari pedal rem, sehingga menambah “rasa” pada pedal, dengan menyebabkan hanya setengah dari tekanan *feedback* digunakan pada pedal (setengahnya lagi diserap oleh boster).

Untuk mekanisme reaksinya dapat dilihat pada gambar 46 yang mencakup batang pendorong boster, cakram reaksi dan slide katup

udara didalam badan katup. Cakram reaksi dibuat dari karet halus dan dapat dianggap sebagai cairan yang tak menekan.

Saat batang pendorong boster didorong/ditekan, batang tersebut akan menekan cakram reaksi. Karena cakram tidak dapat ditekan, maka tenaganya dikirimkan ke katup udara dan batang katup dan ditransmisikan sesuai daerah permukaanya.

Jika tenaga gaya penekanan pedal rem yang digunakan oleh pengemudi 50 kg, maka *feedback* atau tekanan baliknya sama, dan hasil pengukuran katup udara dari pedal rem 3 cm, dan badan katup 12 cm. Ratio dari daerah katup udara dan badan katup adalah 1 : 4.



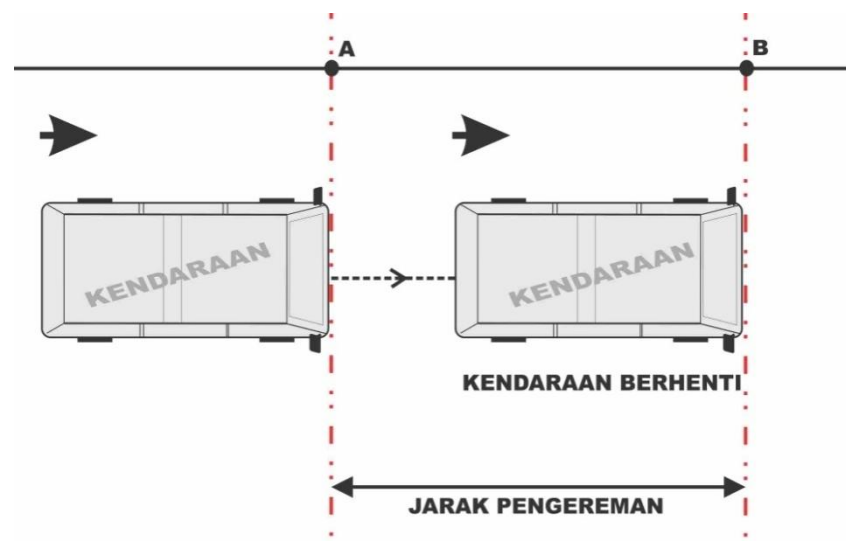
Gambar 46. Reaksi boster

Dengan menambahkan boster, tendangan balik yang dihasilkan akan akan lebih kecil sehingga proses pengereman oleh pengemudi sehingga lebih ringan yaitu dari 50 kg menjadi 10 kg.

e. Pengujian rem

Untuk menghitung besarnya gaya pengereman yang dihasilkan sistem rem Mitsubishi minicab ini, maka dilakukan langkah-langkah uji jalan yaitu sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan kendaraan, *stopwatch*, dan meteran sebelum dilakukan uji jalan.
- 2) Memilih jalan yang rata dan kering untuk melakukan uji pengereman.
- 3) Tiga orang melakukan uji jalan, yaitu satu sebagai pengemudi, (orang ke-2) penghitung waktu pengereman, dan (orang ke-3) sebagai pengukur jarak hasil pengereman.
- 4) Melakukan uji pengereman dengan kecepatan yang berbeda-beda yaitu 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40km/jam.



Gambar 47. Pengereman saat uji jalan

- 5) Pada titik A diberi tanda sebuah bendera, saat kendaraan melaju dan tepat melalui bendera/titik A maka pengemudi melakukan pengereman dengan segera, dan orang ke-2 memencet star tombol *stopwatch*.
- 6) Saat kendaraan berhenti, orang ke-3 memberi tanda (titik B) dan memberi aba-aba pada orang ke-2 untuk menghentikan waktu/stop pada *stopwach*.
- 7) Orang ke-3 Mencatat hasil uji pengereman untuk menghitung jarak pengereman, dan orang ke-2 mencatat hasil waktu pengereman.
- 8) Dari ketiga percobaan, didapat hasil yaitu:

Pengujian ke-	Kecepatan (Km/jam)	Waktu " <i>t</i> " (detik)	Jarak " <i>s</i> " (Meter)
1	20	2,34	0,64
2	30	3,51	1,18
3	40	4,04	1,52

Dari hasil uji jalan yang telah dilakukan, maka gaya pengereman yang bekerja dapat dirumuskan :

$$F = m \cdot a \quad \longrightarrow \quad a = \frac{v}{t} \quad \longrightarrow \quad v = \frac{s}{t}$$

F = Gaya (Newton)

m = Masa benda (kg)

a = Percepatan (meter/detik)

v = kecepatan (meter/detik)

t = waktu (detik)

s = jarak (meter)

Dari rumus di atas, besarnya gaya pengereman dari ketiga uji jalan jika diketahui massa kendaraan 595 kg adalah :

1) Kecepatan 20 km/jam

$$\Sigma F = m.a$$

$$= 595 \cdot \frac{v}{t} \longrightarrow v = \frac{s}{t} = \frac{0,64}{2,34} = 0,27$$

$$= 595 \cdot \frac{0,27}{2,34}$$

$$= 595 \cdot 0,12$$

$$= \mathbf{71,4 \text{ N}}$$

2) Kecepatan 30 km/jam

$$\Sigma F = m.a$$

$$= 595 \cdot \frac{v}{t}$$

$$= 595 \cdot \frac{0,34}{3,51}$$

$$= 595 \cdot 0,09$$

$$= \mathbf{53,55 \text{ N}}$$

3) Kecepatan 40 km/jam

$$\Sigma F = m.a$$

$$= 595 \cdot \frac{v}{t}$$

$$= 595 \cdot \frac{0,38}{4,04}$$

$$= 595 \cdot 0,09$$

$$= 53,55 \text{ N}$$

f. Daya pengereman

Daya pengereman yang bekerja dapat dihitung setelah gaya pengereman diketahui hasilnya. Maka untuk mencari besarnya daya pengereman dapat dirumuskan :

$$P = \frac{W}{t} \longrightarrow W = F \cdot a$$

P = daya (hp)

F = gaya (newton)

W = usaha (joule)

Maka besarnya daya pengereman yang dihasilkan pada berbagai macam kecepatan yang telah diujikan adalah :

1) kecepatan 20 km/jam

$$W = F \cdot s$$

$$W = 71,4 \cdot (0,64)$$

$$W = 45,6 \text{ joule}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{45,6}{2,34}$$

$$\mathbf{P = 20,45 HP}$$

2) Kecepatan 30 km/jam

$$W = F.s$$

$$W = 53,55 . (1,18)$$

$$\mathbf{W = 63,19 joule}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{63,19}{3,51}$$

$$\mathbf{P = 18,01 HP}$$

3) Kecepatan 40 km/jam

$$W = F.s$$

$$W = 53,55 . (1,52)$$

$$\mathbf{W = 81,39 Joule}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{81,39}{4,04}$$

$$\mathbf{P = 20,14 HP}$$

Dari hasil ketiga percobaan diatas, maka daya maksimal yang dimiliki Mitsubishi minicab adalah (penjumlahan daya tiga kali percobaan, dibagi tiga) **19,54 HP**.

2. Hasil perbaikan dan pemasangan

Pada sistem rem Mitsubishi minicab ini, komponen-komponen yang mengalami kerusakan dig anti dengan komponen yang baru, sedangkan komponen yang tidak ada atau hilang, diganti dengan komponen baru sesuai dengan standar yang dimiliki Mitsubishi minicab L100.

Komponen-komponen yang diganti adalah:

- a. Master silinder dan boster rem.
- b. Silinder roda *two leading shoe type* empat buah, dan *leading trailing shoe type* dua buah.
- c. Kampas rem satu set rem depan, dan satu set kampas rem belakang.
- d. Baut napel pada silinder roda belakang
- e. Tuas pengunci kampas rem
- f. Oli rem.

3. Hasil pengujian

Dalam uji jalan mobil Mitsubishi minicab ini mampu untuk memenuhi segala fungsinya dengan baik. Hal ini terbukti dengan dipenuhinya beberapa indikator dibawah ini:

- a. Mobil dapat berhenti saat dilakukan pengereman..
- b. Pengereman dapat lebih ringan setelah di pasang boster rem.

- c. Roda dapat diputar dengan mudah pada saat tidak dilakukan pengereman.
- d. Indikator sistem rem yang baik dapat dilihat dari berfungsinya komponen sistem rem dengan baik pula, diantaranya:
 - 1) Master silinder dapat meneruskan tekanan minyak rem sampai ke silinder roda
 - 2) Pipa penyalur minyak rem mampu menyalurkan minyak rem tanpa adanya penyumbatan dan kebocoran
 - 3) Mampu mendistribusikan daya pengereman secara merata antara roda sisi kanan dan sisi kiri sehingga mobil ketika direm tidak tertarik ke satu sisi
 - 4) Silinder roda mampu meneruskan tekanan minyak rem sehingga menggerakkan kampas rem bergesekan dengan tromol untuk mengurangi laju kendaraan.
- e. Sistem rem Mitsubishi minicab mampu bekerja tanpa menimbulkan suara.

C. Pembahasan

Rekondisi sistem rem dan pemasangan boster Mitsubishi Minicab ini dilakukan dengan cara memperbaiki dan melengkapi komponen yang mengalami kerusakan dan hilang. Proses rekondisi yang dimulai dari melakukan identifikasi, identifikasi lanjutan/pembongkaran kemudian dilanjutkan dengan perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan setelah itu melakukan pemasangan dan penyetelan komponen.

1. Pencarian komponen

Pencarian komponen dilakukan diberbagai tempat, karena jenis komponen yang dicari belum tentu ada disetiap toko suku cadang. Ada pula yang mencari pengepul barang bekas, hal ini menjadi suatu hambatan sulitnya sukucadang yang didapat untuk melengkapi komponen rem tersebut. Perangkat yang hilang menjadi kendala karena pengepul barang bekas belum tentu ada komponen yang diinginkan.

Pemasangan komponen dilakukan setelah hasil pengecatan selesai, dikarenakan jika komponen rem dipasang dahulu nantinya piston rem jika tidak digunakan piston rem macet, meskipun tidak berjalan lancar tetapi bisa diatasi, kendala terjadi pada pemasangan pipa rem karena beda ukuran drat yang membuat masalah, harus mengganti juga master silinder roda yang sesuai dengan drat pipa rem.

2. Perkiraan waktu

Perkiran waktu yang dijadwalkan 3 bulan selesai ternyata mundur dari jadwal dikarenakan pencarian suku cadang yang tidak mudah. Pengerjaan sistem rem dilaksanakan setelah proses pengecatan. Pengecatan sendiri membutuhkan waktu lama, melakukan proses pengelasan, pendempulan, dan pengecatan menunggu giliran masuk diruang open. Tetapi semua bisa diatasi meskipun harus mundur dari jadwal yang sudah dibuat.

3. Kinerja sistem rem

Kinerja pada sistem rem dapat diketahui hasilnya setelah melakukan

identifikasi lanjutan/pembongkaran kemudian dilanjutkan dengan perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan setelah itu melakukan pengukuran, pemasangan kembali dan penyetelan komponen untuk mendapatkan hasil keseluruhan kinerja sistem rem.

a. Perbaikan, penggantian dan penambahan komponen yang rusak pada Mitsubishi minicab tahun 1983.

- 1) Master silinder dengan menambahkan komponen boster.
- 2) Silinder roda *two leading shoe type* empat buah (pada mekanisme rem depan), dan *leading trailing shoe type* dua buah (pada mekanisme rem belakang).
- 3) Kampas rem satu set rem depan, dan satu set kampas rem belakang.
- 4) Baut naple pada silinder roda belakang.
- 5) Tuas pengunci kampas rem.
- 6) Oli rem.

b. Kinerja rem

Dari berbagai variasi kecepatan, waktu dan jarak pengereman, maka gaya dan daya pengeremannya dapat diperoleh hasil hitungan yaitu dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 3. Gaya pengereman dan daya pengereman

Pengujian ke-	Kecepatan (Km/jam)	Waktu (detik)	Jarak (Meter)	Gaya pengereman (Newton)	Daya pengereman (HP)
1	20	2,34	0,64	71,4	20,45
2	30	3,51	1,18	53,55	18,01
3	40	4,04	1,52	53,55	20,14

Maka daya maksimal yang dimiliki oleh sistem rem Mitsubishi minicab tahun 1983 setelah dilakukan rekondisi dan uji jalan adalah **19,54 PH.**

- c. Setelah dilakukan penambahan boster pada master silinder, dihasilkan tenaga pengereman lebih ringan, dikarenakan berdasarkan mekanisme reaksi saat boster bekerja, mampu mengurangi *feedback* hingga 80%. Dimana tenaga yang diperlukan saat menekan pedal 100%, tendangan balik/*feedback* hanya 20% dari tenaga yang dikeluarkan oleh pengemudi.
- d. Memasang kembali komponen sistem rem. Pemasangan dilakukan menurut prosedur tertentu agar tidak terjadi kesalahan, kerusakan dan kesulitan dalam pemasangan.
- e. Hasil uji jalan yang dilakukan pada mobil Mitsubishi minicab yaitu diantaranya:
 - 1) Mobil dapat berhenti saat dilakukan pengereman.
 - 2) Pengereman dapat lebih ringan setelah di pasang boster rem.
 - 3) Roda dapat diputar dengan mudah saat bebas/tidak sedang pengereman.
- f. Hasil yang didapat dari tiap-tiap komponen sistem rem berdasarkan fungsinya antara lain:
 - 1) Master silinder dapat meneruskan tekanan minyak rem sampai ke silinder roda.

- 2) Pipa penyalur minyak rem mampu menyalurkan minyak rem tanpa adanya penyumbatan dan kebocoran.
- 3) Mampu mendistribusikan daya pengereman secara merata antara roda sisi kanan dan sisi kiri sehingga mobil ketika direm tidak tertarik ke satu sisi.
- 4) Silinder roda mampu meneruskan tekanan minyak rem sehingga menggerakkan kampas rem bergesekan dengan tromol untuk mengurangi laju kendaraan.
- 5) Sistem rem Mitsubishi minicab mampu bekerja tanpa menimbulkan suara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan proses rekondisi yang dimulai dari melakukan identifikasi, identifikasi lanjutan/pembongkaran kemudian dilanjutkan dengan perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan setelah itu melakukan pemasangan dan penyetelan komponen, maka dapat disimpulkan beberapa poin dalam pelaksanaan rekondisi rem dan pemasangan boster pada mobil Mitsubishi minicab tahun 1983, adalah sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi yang dijelaskan pada sistem rem meliputi: (a) kondisi pedal rem masih dalam keadaan berfungsi/bagus, (b) kondisi master silinder sudah tidak layak digunakan karena terdapat banyaknya karat, (c) kondisi tromol masih dalam keadaan bagus. Hanya dilakukan pembersihan dan pengamplasan pada bagian dalam tromol, (d) setelah dilakukan pembongkaran terhadap silinder roda depan dan belakang, terdapat kerak hingga piston tidak dapat bekerja. Untuk dapat berkerja kembali perlu dilakukan penggantian komponen baru, (e) ketebalan kampas tidak memenuhi standar dari buku manual Mitsubishi minicab, maka perlu dilakukan penggantian komponen baru, (f) rem parkir masih dalam keadaan berfungsi baik, (g) penggantian minyak rem.
2. Proses rekondisi komponen Mitsubishi minicab meliputi: (a) master silinder dimodifikasi dengan penambahan pemasangan boster. Dengan memodifikasi dudukan master rem yang sebelumnya agar master silinder

dengan boster dapat terpasang, (b) melakukan penggantian pada silinder roda depan dan belakang yang sudah tidak berfungsi dengan komponen baru sesuai standar buku manual Mitsubishi minicab L100, (c) penggantian satu set kampas rem depan dan belakang, (d) mengganti minyak rem pada saat melakukan bleeding setelah semua komponen sistem rem terpasang.

3. Pemasangan komponen boster pada master silinder dengan tahapan: (a) melubangi *bracket* dengan bor diameter 14 dan menambahkan dudukan agar master silinder dan boster dapat terpasang, (b) menambahkan dudukan *clevis* pada pedal rem dengan mengelas besi yang telah disesuaikan sesuai kebutuhan dengan pedal dan *clevis*, (c) memasang master silinder dan boster pada dudukannya, dengan menambahkan dudukan dan bosh agar dapat terpasang, (d) melubangi *intake manifold*.
4. Kinerja sistem rem dengan menggunakan boster adalah: (a) mobil dapat berhenti saat dilakukan pengereman, (b) pengereman dapat lebih ringan setelah di pasang boster rem, (c) roda dapat diputar dengan mudah saat bebas/tidak sedang pengereman.

B. Keterbatasan

Keterbatasan dalam rekondisi rem dan pemasangan boster pada mobil Mitsubishi Minicab tahun 1983, antara lain:

1. Keterbatasan alat penguji yang digunakan yaitu *brake tester* TI CRYPTON yang terdapat di bengkel otomotif tidak dapat bekerja atau

rusak. Dengan keterbatasan alat tersebut, pengujian untuk memperoleh data (daya dan gaya pengereman) hanya dilakukan dengan uji jalan.

2. Keterbatasan saat pengumpulan data susulan yaitu pada (gaya penekanan pedal oleh pengemudi) tidak dapat dilakukan pengujian ulang, dikarenakan obyek yang digunakan kondisinya dalam keadaan terbongkar, yaitu sedang digunakan anggota lain dalam proyek akhir “rekondisi kemudi dan suspensi” yang belum selesai. Sehingga (gaya penekanan pedal oleh pengemudi) dalam perhitungan untuk mencari gaya dan daya pengereman hanya dilakukan dengan asumsi gaya 100 Newton.

C. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk peningkatan dan pengembangan hasil proyek akhir masa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Peralatan dan fasilitas di kampus perlu dilengkapi dan diperbaiki misalkan *brake tester* TI CRYPTON yang tidak berfungsi, sehingga tidak dapat digunakan secara maksimal untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.
2. Peminjaman alat saat melakukan proses proyek akhir yang dilakukan di kampus lebih dipermudah. Sehingga mahasiswa tidak membawa peralatan sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

Andun. Dkk. (2005). *Overhoul Komponen Sistem Rem*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.

Anonim. (1980). *L100 Mitsubishi Minicab Workshop Manual*. Jakarta : penerbit PT.KRAMA YUDHA TIGA BERLIAN MOTORS.

Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta : PT. Toyota-Astra Motor.

Anonim. Thn. Hyundai Motor Corporation. *Brake Sistem*. Chonan Technition *Service Training Center*.

Ludolph, G.L., Potma, A.P., Legger, R.J., Sahri, Subandi. (1984). *Mekanika Teori*. Bandung : Penerbit BINACIPTA.

Saripudin. Thn. “*Materi Perawatan Dan Perbaikan Sistem Rem*”

Sarojo, ganijanti aby. (2002). *Seri Fisika Dasar Mekanika*. Jakarta : Penerbit Salemba Teknika.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR / TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO-04-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Luthfiana Himawan
 No. Mahasiswa : 07509134014
 Judul P A T A S : Rekondisi Rem Dan Pemasangan Booster Pada Mobil Mitsubishi Minicub Tahun 1983
 Dosen pembimbing : Tawardjono Us. M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tandatangan dosen pemb
1	Senin 14/4	Bab 1	Ok, selanjutnya ke BAB 2	
2	Rabu 11/4	BAB 2	Buat kerangka materi / isi pd Bab 2.	
3				
4	13/4	BAB 2	Kembangkan teori di Bab 2	
5				
6	17/4	BAB 2	Banyak sekali kesalahan ts	
7		2 2	ts tulis 2 paragraf	
8			Revisi D, E, F BAB 2	
9			Sumber kutipan 2 tulis 2	
10			Revisi ts dan Daftar Isi	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan P A T A S

Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul proyek akhir : Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster pada Mobil Mitsubishi Minicab Tahun 1983

Nama mahasiswa : Luthfiana Himawan

No mahasiswa : 07509134014

Dosen pembimbing : Dr.Tawardjono Us.M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1.	Seni 24/4	BAB I	Musti rekondisi rem di D & E	
2.		BAB II	Di. Kapan dari kole total ada kontribusi? Henti di bagian sanduwi 717	
3.			(Pustaka) istilah? vianis ter balok?	
4.			= volume cetak vianis? = Peromoran gambar saat	
5.			Kecan banyak selisih huruf kapital awal kata yg tdk pas.	
6.		BAB III	Revisi umum	
7.	Jumat 12/5	BAB IV	Tambahan prosedur pengujian	
8.			Oh, bisa diuji ke Bröde	
9.	15/5	BAB V	- ke gambar - banyak selisih ketik - sumber? gambar	
10.			- Uji jalan belum operasional - Tiada data - Perbaikan: jangan hanya to the point.	

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali. Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
- Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir.



Kartu Bimbingan Proyek Akhir / Tugas Akhir Skripsi

Nama Mahasiswa : Luthfiana Himawan
No. Mahasiswa : 07509134014
Judul PA/TAS : Rekondisi Rem dan Pemasangan Boster Pada Mobil Mitsubishi
Minicab Tahun 1983
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us. M.Pd

Bimb. ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi bimbingan	Catatan Dosen Pembimbingan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	5/6	BAB I	Apa beberapa gambar tdk fokus (kabar) → mata melihat	
2			kesalahan titik, kata word bag al terpis	
3			Pengertian & Pembahasan versi lapi → konsal	
4	15/6	BAB II	Revisi bab II tdk lengkap	
5			Simulasi	
6				
7				
8				
9				
10				

- Keterangan :
1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh di copy.
 2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS.

HALAMAN PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul REKONDISI REM DAN PEMASANGAN *BOOSTER* PADA MITSHUBISHI MINICAB TAHUN 1983 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta 24/6.....2012
Dosen pembimbing

Dr. Tawardjono, Us, M.Pd
Nip. 1953031219780310001



SURAT KETERANGAN BEBAS PINJAM

FRM/OTO/12-00
27 Maret 2008

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : LUTHFIANA HIMAWAN

No. Mahasiswa : 07509134014

Judul PAKTAS : Rekondisi rem dan pemasangan boster pada mobil Mitsubishi minicab tahun 1983

Sudah tidak mempunyai tanggungan/pinjaman ditempat kerja saya :

No	Tempat kerja	Tanggal	Tanda Tangan Petugas
1	Perpustakaan Jurusan	18/06 '12	
2	Bengkel listrik otomotif	26/06 '12	
3	Bengkel Chasis	18/06 '12	
4	Bengkel Auto Body	8/06 '12	
5	Bengkel Engine	18/06 '12	
6	Bengkel Sepeda Motor	26/06 '12	
7	Dst		

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar digunakan sebagaimana mestinya.

26 JUN 2012

Mengetahui
Pembimbing PAKTAS

Dr. Tawadjo U.S. M. Pd

NIP. 195303121978031 000 1

Catatan :

Dibuat 2 lembar

1. Untuk Arsip Jurusan
2. Untuk Mahasiswa

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 79/PA/PTO/2012
TENTANG
PENGANGKATAN PANITIA PENGUJI PROYEK AKHIR DIPLOMA III
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNY
ATAS NAMA : LUTHFIANA HIMAWAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Menimbang

1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhinya persyaratan untuk mengikuti Proyek Akhir Diploma III bagi mahasiswa FAKULTAS TEKNIK UNY, dipandang perlu untuk dilaksanakan ujian Proyek Akhir Diploma III dengan tertib dan lancar serta penentuan hasilnya dapat dinilai secara obyektif.
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud dipandang perlu mengangkat Panitia Penguji Proyek Akhir Diploma III dengan Keputusan Dekan

Mengingat

1. Undang-undang Republik Indonesia Nomor : 2 Tahun 1989
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 60 Tahun 1999
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia :
 - a. Nomor : 93 Tahun 1999
 - b. Nomor : 305/M/1999
4. Keputusan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia :
 - a. Nomor : 0464/O/1992
 - b. Nomor : 274/O/1999
5. Keputusan Rektor UNY Nomor : 1160/UN34/KP/2011

Mengingat pula :

Keputusan Dekan FAKULTAS TEKNIK UNY Nomor : 042 tahun 1989
MEMUTUSKAN

Menetapkan

Pertama

Mengangkat Panitia Penguji Proyek Akhir Diploma III bagi mahasiswa FAKULTAS TEKNIK UNY yang susunan personalianya sebagai berikut :

1. Ketua / Pembimbing : Dr. Tawardjono Us, M.Pd.
2. Sekretaris : Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.
3. Penguji Utama I : Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng.

Bagi mahasiswa

Nama / No. Mahasiswa : LUTHFIANA HIMAWAN / 07509134014

Jurusan / Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif / Teknik Otomotif

Kedua

Ujian dilaksanakan pada hari tanggal 29 Juni 2012 mulai pukul : 14.00 WIB sampai dengan selesai, bertempat di BO

Ketiga

Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : Di Yogyakarta
Pada tanggal : 28 Juni 2012
Dekan

Dr. Mochamad Bruri Triyono, M.Pd.
NIP. 19560216 198603 1 003

Tembusan yth :

1. Pembantu Dekan II Fakultas Teknik UNY
2. Ketua Program Studi Teknik Otomotif
3. Kasub Bag. Pendidikan Fakultas Teknik UNY
4. Yang bersangkutan



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Alamat, Kampus Karangmalang, Yogyakarta
Telp. 586 168 psw 281 ; Telp Langsung : 520327 ; Fax : 520327



FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

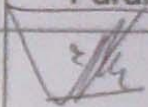

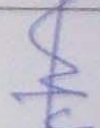
Nama Mahasiswa : Luthfiana Himawan

No. Mahasiswa : 07509134014

Judul PA/TAS : Rekondisi rem dan pemasangan boster pada mobil Mitsubishi minicab
tahun 1983

Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us, M.Pd

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1.	Dr. Tawardjono Us, M.Pd	Ketua Penguji		27/9/12
2.	Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd	Sekretaris Penguji		27/9-12
3.	Muhkhamad Wakid S.Pd, M.Eng	Penguji Utama		27/9/12

Keterangan:

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1